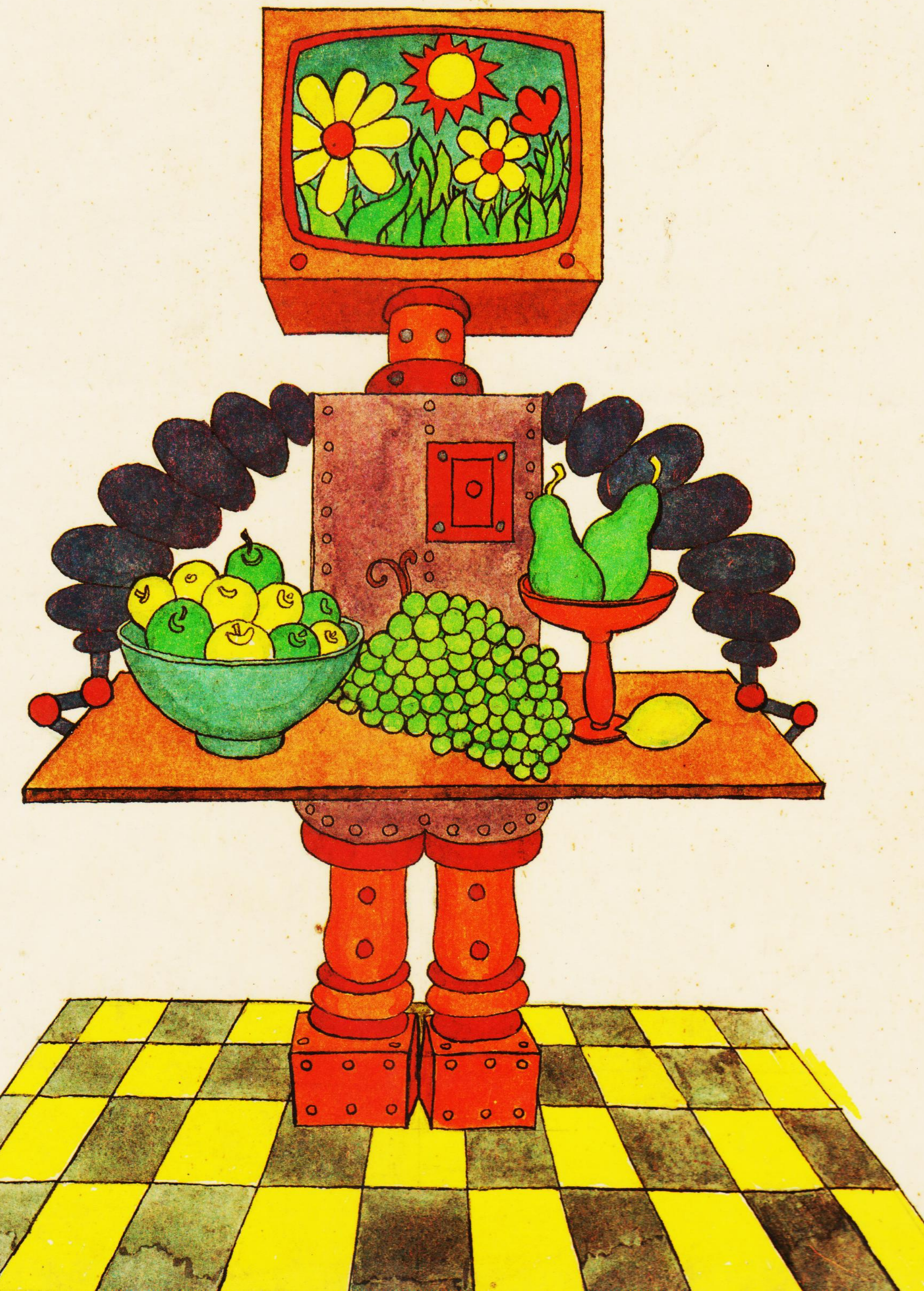
अलेक्सेइ क्रिलोभ

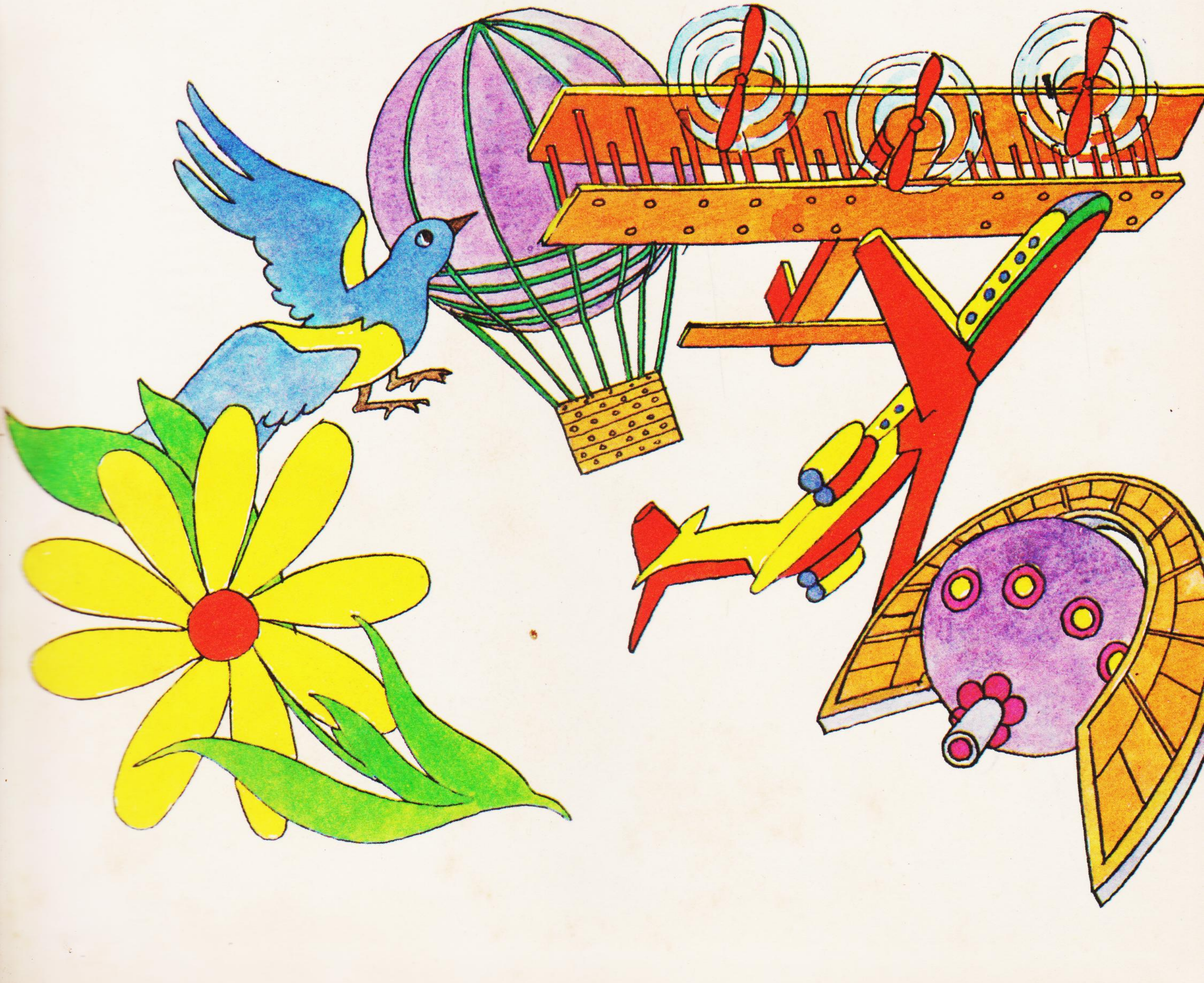
राँकोदेखि रिएक्टरसम्म



रादुगा प्रकाशन
मास्को

अलेक्सेइ क्रिलोभ
राँकोदेखि रिएक्टरसम्म

चित्रकार – आन्द्रेइ प्लातोनोभ
अनुवादक – कृष्णप्रकाश श्रेष्ठ



А. Крылов

ОТ КОСТРА ДО РЕАКТОРА

на языке непали

A. Krylov

FROM THE BONFIRE TO THE REACTOR

in Nepali

А. Крылов. От костра до реактора. М. „Дет. лит.“, 1978 г.

Для младшего школьного возраста.

© Издательство „Детская литература“, 1978 г.

© रूसी भाषाबाट अनूदित०

रादुगा प्रकाशन०

मास्को०

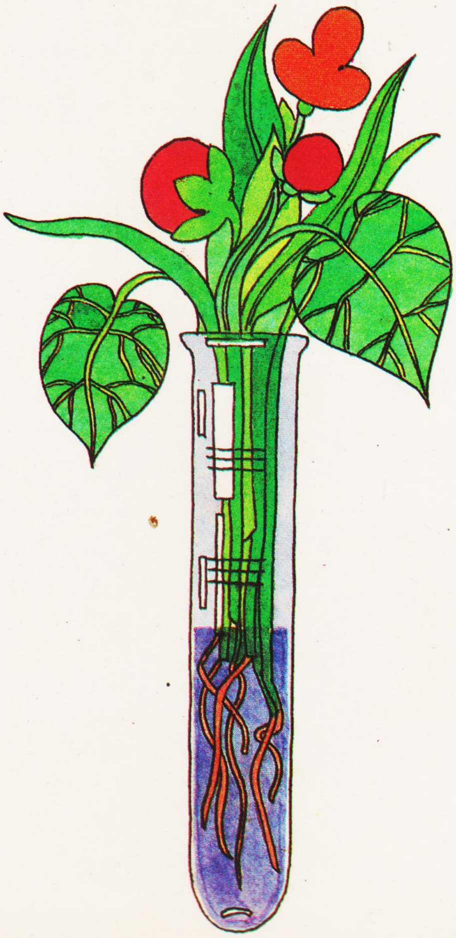
१९८७

सोभियत संघमा मुद्रित०

ISBN 5-05-001345-3

विषयसूची

१. शक्तिको अदृश्य प्रभार ८
२. ऊर्जा के हो? १२
३. हाम्रो निम्ति तापले कसरी काम गर्छ? १८
४. एक किलोग्राम युरेनियमको वजन कति हुन्छ? ३०
५. के पानी बल्न सक्ला र? ३८
६. पानीमा सन्निहित ऊर्जाको उपयोग हामी कसरी गर्छौं? . . ४८
७. सूर्यकिरणको ऊर्जा ५८
८. पृथ्वी स्वयं विद्युत्‌केन्द्रको भट्टी ६४
९. विद्युतीय मस्सल ७२



Al Fe_2O_3
H_2O SO_2
C_6H_{14}
O H_2SO_4

H
Cu
O
Si

शक्तिको अदृश्य प्रभार

घर कसरी बनाइन्छ, देखेका छौ? निर्माणकर्ताहरू ईंट वा कन्क्रीटका खण्डहरू हातमा लिन्छन्, तिनलाई उठाएर चारैतिर वकाईफर्काई हेर्छन् र आवश्यक ठाउँमा राखिदिन्छन्। ईंटहरू र घरहरूका निर्माता मानिस नै हुन्। उनीहरूले विभिन्न किसिमका यन्त्र र उपकरणहरूबाट मद्दत लिन्छन्: सिमेण्ट-मिक्सचर, सामग्रीवाहक, क्रेन र ट्रकहरू।...

मानिस र मेशीनहरू दुवैलाई सरसामग्री तान्न, उचाल्न, घिसार्न, पल्टाउन शक्तिको आवश्यकता पर्छ। यसको लागि सानोतिनो शक्ति पर्याप्त हुँदैन।

मानिसले त्यो शक्ति कहाँबाट पाउँछ? यसबारे तिमीलाई बताइरहनु परोइन। भनिन्छ, यो त सबैलाई आमाको काखदेखि नै थाहा हुन्छ। सके तिमीलाई पनि तिम्री आमा वा बज्यैले कैयौंपल्ट भनेको हुनुपर्छ: "हेर है नानी! बलियो हुनको लागि खानुपर्छ!" यो पच्चीसै आना सही कुरा हो। मान्छेले खानेकुराबाट नै तागत प्राप्त गर्छ। साँच्चै भन्ने हो भने खानेकुराले नै उसलाई यस्ता "ईंटहरू" र "निर्माण सामग्रीहरू" दिन्छ जसबाट उसको शरीर बनेको हुन्छ। परन्तु यन्त्रहरूले शक्ति कहाँबाट प्राप्त गर्छन् नि? तिनले के कस्तो खाना "खान्छन्"? हामी त्यसको सूची यसरी दिन सक्छौं: पेट्रोल, ग्यास, डिजेल, पत्थरकोइला, मट्टीकोइला, मट्टीतेल, बिजुली।...

तिमी भनौला: "पर्खनुस्! मीठो चप अथवा एक कचौरा दूधको तुलना एक टीन मट्टीतेल अथवा अदृश्य बिजुलीसित कसरी गर्न सकिन्छ?" सर्सर्ती हेर्दा अवश्य पनि यस्तै लाग्छ। परन्तु गहिरिएर सोच्ने हो भने मिल्दाजुल्दा कुराहरू पनि प्रशस्त भेट्टाइन्छन्।

के मासुको चप, के गाईको दूध, के गहुँको रोटी, के पेट्रोल, के ग्यास, के बिजुलीको करेण्ट यी सबैबाट शक्तिको प्रभार प्राप्त गरिन्छ।

शक्तिको यस अदृश्य प्रभारलाई **ऊर्जा** भन्छन्। सर्वत्र र सबैलाई ऊर्जाको आवश्यकता हुन्छ। रेलको इन्जीन बनाउन र त्यसलाई चलाउन, कमीज वा छालाको सुटकेश सिउन, रकेट उडाउन ऊर्जाको जरूरत पर्छ। नशामा रक्तप्रवाहको लागि होस् वा मस्सलहरू जब्बर तुल्याउनको लागि होस् वा मगजले राम्ररी सोच्न सकोस् भन्नाका लागि नै किन नहोस्, ऊर्जा नै चाहिन्छ।...

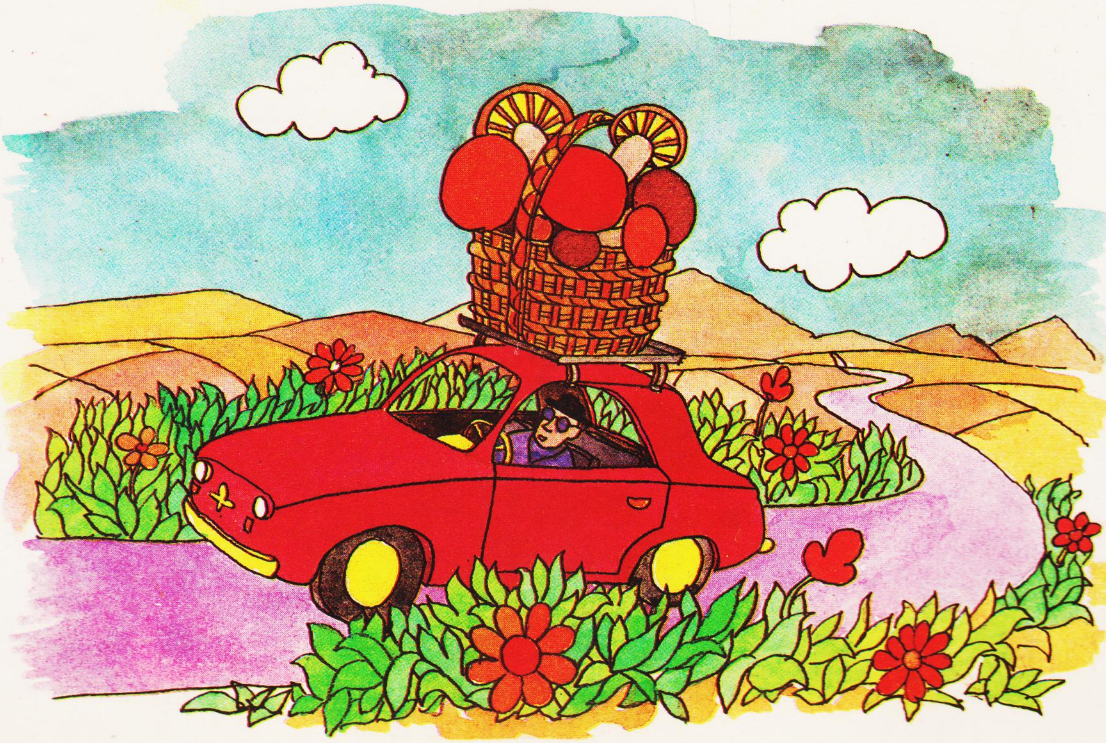
...अतीत हाम्रा पूर्वजहरूको निम्ति ज्यादै कठिन समय थियो। उनीहरूको वरिपरि अबोधगम्य र शत्रुतापूर्ण वाह्यजगत् थियो। दैवी प्रकोप, अनिकाल, जाडो, ह्रिंसक जीवजन्तु आदिले पाइलैपिच्छे खतरा उत्पन्न गर्थे। यस्ता शक्तिशाली शत्रुहरूको विरूद्ध संघर्ष गर्न प्राचीन कालका मान्छेहरूसित आफ्नो बलसिवाय अरू केही पनि थिएन।

परन्तु फुर्तिला हात र तेज गोडाहरूले मात्र मान्छेहरूलाई यस संघर्षमा मद्दत

पुऱ्याएका थिएनन्। हिंसक जनावरहरूसित पनि गोडाहरू उत्तिकै बलिया र वेगवान् थिए। मान्छेको सबभन्दा मुख्य हतियार थियो—उसको तीक्ष्ण र कुशाग्र बुद्धि।

...चटचाङ परेर रूखमा आगो सल्कियो। बतासले आगाका झिल्काहरू उडाउन थाल्यो। यसले गर्दा छेउछाउका अरू बोटबुट्यानहरू पनि बल्न थाले। आगोको लप्काले झ्याङ र झारपातहरू पनि जलाइदियो। वनमा ठूलो डढेलो सल्कियो। जीवजन्तुहरू आतङ्कित र भयभीत हुँदै वनबाट भाग्न थाले। चराचुरुङ्गीहरू आकाशमा निकै माथि उड्न थाले। खालि जनावरका छालाहरूले आङ ढाकिराख्ने एक बथान हृष्टपुष्ट मानिसहरू मात्रै वनको छेउको खुला चहुरमा जम्मा भए। ती मानिसहरू पनि भयभीत थिए र डढेलोको लप्काबाट टाढा भाग्न खोज्दैथिए। तर डढेलो छिटै नै निभ्नेछ र आगोको लप्काले खाएको ठाउँमा सुनौला फिलिङ्गाहरूको रास बाँकी रहनेछ जसको छेउमा त्यस जाडो रातमा न्यानो पाउन सकिनेछ भन्ने उनीहरूलाई थाहा थियो। यति मात्र होइन, डढेलोले खाएको ठाउँमा खरानीका रासमुनि पोलिएका कोमल र स्वादिष्ट कन्दमूल पनि खोस्रेर भेट्टाउन सकिने कुरामा उनीहरू विश्वस्त थिए।...

त्यसपछि कसैले डढेलोको एक छेउबाट आगाको फिलिङ्गो अर्कै कुनै ठाउँमा सारेर त्यसमाथि सुकेका घाँसको एक मूठा राखिदियो होला। त्यस ठाउँमा आगोको पहिलो राँको दन्कियो होला। यसरी आगोमाथि आफ्नो नियन्त्रण कायम गरेर मान्छे शक्तिशाली बन्यो। किन? कारण के त भने उसले **ऊर्जाको नयाँ स्रोत** प्राप्त गऱ्यो। त्यो नै भोक, अन्धकार तथा हिंसक जीवजन्तुहरूविरुद्ध संघर्षमा मान्छेको एक शक्ति-शाली सहायक सिद्ध भयो।



ऊर्जा के हो ?

शुरूमै तिमीलाई बताइदिइहालौं: कसैले पनि उर्जालाई आफ्ना आँखाले देख्न सक्तैन। त्यसको न कुनै रङ्ग छ, न कुनै स्वाद छ, न त कुनै गन्ध नै छ। जसरी ईंटलाई हातले छुन सकिन्छ त्यसरी ऊर्जालाई स्पर्श गर्न सकिन्न। ऊर्जालाई त्यस बखत मात्र "देख्न" सकिन्छ जतिखेर त्यसले काम गरिरहेको हुन्छ।

आज मान्छेहरूले यस अदृश्य शक्तिका झण्डै सारा रहस्यहरू पत्ता लगाइसकेका छन्।

के थाहा हुन गएको छ भने "विशुद्ध ऊर्जा" भनिने कुनै कुरा अस्तित्वमा छैन। ऊर्जाका पाँच प्रकारहरू अस्तित्वमा छन्। ती हुन् – **रासायनिक ऊर्जा**, **तापीय ऊर्जा**, **यान्त्रिक ऊर्जा**, **विद्युतीय ऊर्जा** र अन्त्यमा **आणविक** अथवा **नाभिकीय ऊर्जा** !

अहिले नै हामी फड्को मारेर अगाडि लम्कनेछैनौं अर्थात् तिनका "विशेषता र लक्षणहरू" एक-एक गरेर यहीं नै विस्तृत रूपमा केलाउनेछैनौं। सबै कुराको व्याख्या यथास्थानमा गरिनेछ।

अहिले चाहिं हामी तिनका अति महत्त्वपूर्ण स्वभावहरू तथा क्षमताहरूको मात्र चर्चा गर्नेछौं।

तिनको पहिलो र प्रमुख स्वभावबारे हामीलाई थाहा भइसकेको छ। ऊर्जाका सबै प्रकारहरू "कार्यसक्षम" छन्। के पनि बताइदिइहालौं भने **ऊर्जा** भन्ने शब्द हालसालै अर्थात् उन्नाइसौं शताब्दीमा प्रयोगमा आएको हो। त्यसभन्दा पहिले त्यसलाई सामान्य तवरले "**कार्य**" नै भनिन्थ्यो।

ऊर्जाको दोस्रो स्वभाव चाहिं वास्तवमा चमत्कारपूर्ण छ! कुरा के त भने एक प्रकारको ऊर्जा अर्को प्रकारको ऊर्जामा परिवर्तित हुन सक्छ। जस्तै – रासायनिकबाट तापीयमा र तापीयबाट यान्त्रिकमा।...

मानिसहरूले यस विस्मयकारी स्वभावको उपयोग धेरै पहिलेदेखि नै गर्दैआएका छन्। उनीहरूले यस्ता कैयौं यन्त्रहरूको आविष्कार र निर्माण गरेका छन् जसले ऊर्जाको एक प्रकारलाई अर्को प्रकारमा "परिवर्तित" गरिदिन्छन्।

प्राय: के देखिन्छ भने आवश्यक "परिवर्तन" सम्पन्न गर्न एउटाभन्दा बढी यन्त्रहरूको आवश्यकता हुन्छ। यस्तो अवस्थामा यन्त्रहरूको "श्रृङ्खला" नै तयार पार्न सकिन्छ। यसरी सट्टापट्टा दौडमा एकले अर्कोलाई लठ्ठी सुम्पेझैं गरी एउटा यन्त्रबाट

अर्को यन्त्रमा ऊर्जाको हस्तान्तरण हुन्छ। हुन त सट्टापट्टा दौडमा खेलाडी चाहिं फेरिन्छ तर लठ्ठी भने त्यही नै रहन्छ, यद्यपि हाम्रो सट्टापट्टा खेलमा चाहिं "दौडबाज" अर्थात् यन्त्रहरू र "लठ्ठी" अर्थात् ऊर्जा दुवै परिवर्तित हुन्छन्। प्रत्येक यन्त्रले अगिल्लो यन्त्रबाट ऊर्जाको एक प्रकार "ग्रहण गर्छ" र त्यसलाई अर्कै रूपमा परिवर्तित गरेर अर्को यन्त्रलाई "सुम्पिदिन्छ"।

पृथ्वीमा कैयौं यस्ता यन्त्रश्रृङ्खलाहरू छन्: विद्युत्केन्द्रहरूमा, जलपोतहरूमा र अन्यत्र पनि कैयौं ठाउँहरूमा।

ऊर्जाका प्राय: सबै प्रकारहरूलाई **यान्त्रिक ऊर्जामा** परिवर्तित गरिन्छ। यो नै मानिसको निम्ति अत्यावश्यक ऊर्जा हो। त्यसैले रेललाई रेलमार्गहरूमा दगुराउँछ वा हवाईजहाजहरूलाई आकाशमा उडाउँछ, कमीज "सिउँछ", मोटरहरू या खननयन्त्रहरू "जडान गर्छ"। हाम्रो मुटुको यान्त्रिक ऊर्जाले नै शरीरका विभिन्न कोषहरूमा रक्तसंचार गर्छ भने मस्सलहरूको ऊर्जाले हामीलाई हिंडडुल गर्ने, लेख्ने र काम गर्ने सम्भावना प्रदान गर्छ।

भनौं, जेजति गरियो सब राम्रै गरियो। खरादमा हामीले कुनै पुर्जा तयार गऱ्यौं अथवा कमीज सियौं। यस काममा हामीलाई मद्दत गर्ने ऊर्जा कहाँ गयो? त्यसले कस्तो रूप लियो? पार्टपुर्जा, कमीज अथवा अन्य केही? अहँ, यीमध्ये कुनै पनि होइन।

हामीले ऊर्जाको जस्तोसुकै प्रयोग गरे तापनि ऊर्जा सदैव नै ऊर्जा नै रहन्छ। त्यो एक रूपबाट अर्को रूपमा परिवर्तित मात्र हुन्छ।

इस्पात ढालेर, भारी ओसारेर अथवा टेलिभिजन कार्यक्रम प्रसारित गरेर मानिसको सेवा गरेपछि ऊर्जा अनिवार्य रूपमा नै ताप वा **तापीय ऊर्जामा** परिणत हुन्छ।

उदाहरणको लागि भनौं: रेलको इन्जीन दगुरिरहेको छ। त्यसको पछिल्तिर रेलका डब्बाहरूको एक लामो ताँती नै छ। विपरीत हावाको झोक्काले इन्जीनको टाउकोमा जोडले ठोक्छ। हावाको झोक्काले प्रत्येक पाइलामा रेललाई ठक्कर दिंदैजान्छ, रेलका डब्बाको भित्ता र छतमा पनि त्यसले घर्षण उत्पन्न गर्छ। रेलका डब्बाहरूमुन्तिर पाङग्राहरू रगेडिन्छन्, लीगमा घिस्रन्छन् र... तिनमा घर्षण उत्पन्न गर्छन्। यस्तो घर्षणमा रेलको इन्जीनको झण्डै सारा शक्ति समाप्त हुन्छ।

घर्षणबाट सबै वस्तुहरू तात्छन्। यसको परीक्षा गर्नु कत्ति गाह्रो हुँदैन। लौ त, आफ्ना दुवै हत्केला माडेर हेर! तिमीलाई तुरुन्तै त्यसको अनुभव भइहाल्नेछ।

रेलको इन्जीनले आफ्नो काम गर्दा लीगहरू र हावाको झोक्कालाई समेत तताउँछ भन्ने नै यसको अर्थ हो त? अवश्य हो! पछि त्यो ताप वायुमण्डलमा र अझ त्यसभन्दा पनि टाढा—अन्तरिक्षमा विलीन हुन्छ।

मोटरकारको सम्बन्धमा पनि यस्तै हुन्छ। लामो बाटो पार गरिसकेपछि त्यसको पाङ्ग्रा छोएर हेर त! बुझ्यौ? ती निकै तात्तिएका हुन्छन्!

किन यस्तो भएको होला? पृथ्वीले अन्तरिक्षमण्डललाई "तताउँछ" के? अवश्य!

परन्तु अन्तरिक्षले पृथ्वीबाट ऊर्जा ग्रहण मात्र गर्दैन। अन्तरिक्षले पनि हामीलाई आफूसित भएको सौर्य ऊर्जा प्रदान गर्छ। त्यो वनस्पतिहरूमा संग्रहित हुन्छ र... **रासायनिक ऊर्जामा** रूपान्तरित हुन्छ। चाँडो वा ढीलो एक न एक दिन वनस्पति सुकेर मर्छ र त्यसको अवशेष खनिजतेल, ग्यास, पत्थरकोइला र मट्टीकोइलामा परिवर्तित हुन्छ।

आज इन्धन नै पृथ्वीमा ऊर्जाको प्रमुख स्रोत बनेको छ। अथवा, भनौं, अहिलेसम्म यो नै प्रमुख स्रोत रहेको छ।

त्यसलाई बालेर मानिसहरू आफूलाई चाहिने जति प्रायः सबै ऊर्जा प्राप्त गर्छन्। विद्युत्केन्द्रहरूका भट्टीहरूमा, मोटरकारहरू, पानीजहाजहरू र हवाईजहाजहरूका इन्जीनहरूमा, फलाम पगाल्ने फार्नेस भट्टीहरूमा र क्षेप्यास्त्रहरूमा वर्षेनी कतिबिघ्न इन्धन बालिन्छ भने त्यसको सहायताबाट कृष्णसागरको सम्पूर्ण पानीलाई भकभक उमालिदिन सकिन्छ।

हाम्रो निम्ति तापले कसरी काम गर्छ ?

धेरै वर्षअघि एउटा केटो बलेको अगेनुनिर बसिरहेको थियो। आगोमाथि एउटा तपेस भुंड्याइएको थियो। त्यसमा सुरूवा पकाइँदैथियो। पानी उम्लेर भकभक गर्न लाग्यो। तपेसको बिर्कोमुन्तिरबाट बाफको फोहरा छुटिरहेको थियो। बिर्को पनि उफ्रँदै थर्किरहेको थियो।

'किन बिर्को उफ्रँदैछ ?' – केटोले विचार गर्‍यो। उसले एउटा थाङ्ना हातमा लियो र बिर्कोलाई जोडले थिचिराख्यो। तर त्यसलाई थाम्न सकेन। अबोधगम्य शक्तिले तलबाट बिर्कोलाई धकेलिरहेको थियो। त्यस केटोको नाम थियो – जेइम्स वाट।

मानिसहरूले परापूर्वकालदेखि नै पानी उमाल्नेगरेका थिए। कसौंडीमा फाँडो उमालिन्थ्यो, मासुका टुक्राहरू, कन्दमूलहरू वा सागपातहरू उसिनिन्थ्यो। पानी छिटो उम्लोस् भन्नाखातिर कसौंडी वा तसलालाई बिर्कोले ढाकिन्थ्यो।

तसलामा पानी उम्लन थालेपछि बाफ उड्न थाल्छ। तसला बिर्कोले टम्म छोपिएको छ भने त्यसमा बाफ अटेसमटेस भएर भरिन्छ। बाफले चारैतिर ठेल्न थाल्छ : तसलामा रहेको पानीतर्फ, तसलाको घेरातर्फ र अवश्य नै माथिको बिर्कोतर्फ पनि। बाफले बाहिर निस्कने निकास खोज्छ। अन्त्यमा त्यसले बिर्कोलाई मास्तिर घचेट्छ र बाहिर निस्केर त्यो हावामा फैलिन्छ। बाफ निस्किसकेपछि बिर्को फेरि बन्द हुन्छ र भित्रको बाफ फेरि बन्धनमा पर्न जान्छ। तसलाभित्र फेरि बाफ जम्मा हुन्छ र त्यसले बिर्कोलाई धकेल्न थाल्छ। यो सब कुरा तिमीले आफैले पनि भान्सामा देखेको हुनुपर्छ। दुई सय वर्षअघि जेइम्स वाटले पनि त्यही कुरा देखेको थियो।

ढुङ्गा, पानीको बाल्टी अथवा त्यही तसलाको बिर्को उचाल्न समेत बल लगाउनुपर्ने हुन्छ। त्यसै कारण तसलामाथिको बिर्को धकेलेर उचाल्ने बाफमा पनि यस्तो बल हुनैपर्छ। यसबारे वैज्ञानिकहरूलाई पहिले पनि थाहा नभएको होइन। जेइम्स वाट जन्मनुभन्दा एक सय वर्षअघि नै अंग्रेज यन्त्रविद्हरू न्यूकमेन र टोमस साभेरीले पानीको बाफबाट चल्ने यन्त्रहरूको निर्माण गरिसकेका थिए। वाष्पयन्त्रहरूको मद्दतले कोइलाखानीबाट पानी बाहिर फ्याँकिन्थ्यो, कोइलाले भरिएका डब्बाहरू तानिन्थ्यो, भारीतारी पनि माथि उठाइन्थ्यो। परन्तु ती ज्यादै कमजोर हुन्थे, अति नै ठूलो आकारका हुन्थे र निकै खञ्चुवा पनि हुन्थे। हरेक यस्तो वाष्पयन्त्रले एक दिनभित्र कोइलाको सिङ्गै पहाड "हजम पार्थ्यो" र कैयौं टन पानी पनि "पिउँथ्यो"। परन्तु तिनबाट उपयोगी काम भने अपेक्षतया थोरै मात्र लिन सकिन्थ्यो।

जेइम्स वाट सोह्र वर्ष पूरा भएपछि एउटा यन्त्रशालामा भर्ना भयो जहाँ

पम्पहरू, वाष्पयन्त्रहरू र कपडा बुन्ने तानहरूको मर्मत गरिन्थ्यो। एक दक्ष यन्त्रविद् हुनाले ऊ "सुनौला हात" भएको मिस्त्री मानिन्थ्यो। उसले आश्चर्यजनक वाष्पयन्त्र पनि अजमायो।

त्यो वाष्पयन्त्र तीनवटा बिर्को भएको "तसला" जस्तै थियो। दुईवटा बिर्कोहरू टन्न पारेर बन्द गरिएका थिए भने तेस्रो भित्रपट्टिको बिर्को चाहिं जिब्री भैं सजिलैसित खुल्थ्यो। बाफ जिब्रीको कहिले माथि त कहिले तलबाट एउटा डोलो "तसला" मा जान्थ्यो र त्यसलाई कहिले तल त कहिले माथि धकेल्थ्यो। जिब्री पनि पम्प अथवा कलमा जोडिएको हुन्थ्यो। जिब्री चल्दा पम्पले काम गर्थ्यो वा कल घुम्न थाल्थ्यो।

एउटा विशेष बायलरमा पानी उमालेर बाफ प्राप्त गरिन्थ्यो। त्यसैबाट नलीको सहायताले बाफ यन्त्रमा पुऱ्याइन्थ्यो।

जेइम्स वाटले आविष्कार गरेको यन्त्र अरूको भन्दा कैयौं गुणा उत्कृष्ट थियो। त्यसलाई चलाउन धेरै कोइला र पानी पनि चाहिंदैनथ्यो। त्यो छिटोछिटो चल्थ्यो र निकै उपयोगी पनि सिद्ध भयो।

त्यसै यन्त्रको आविष्कारद्वारा प्रसिद्ध "वाष्पयुग" शुरू भयो। कारखाना र मीलका चिमनीहरूबाट धुवाँको मुस्लो उड्न लाग्यो। नदी र समुद्रहरूमा पहिला वाष्पपोतहरू चल्न थाले। यस्ता वाष्पपोतहरूले अनुकूल बतास कहिले चल्ला भनेर पर्खिनुपर्दैनथ्यो। वाष्पयन्त्रहरूले जहाजहरूलाई त्रिपालबेगर नै जुनसुकै दिशामा पनि तैरने सम्भावना दिए।

रेलमार्गहरूमा पनि पहिला वाष्पइन्जीनहरू दगुर्न लागे। तिनले एक सय घोडाले तान्नेभन्दा पनि बढी सरसामान ओसार्न सक्थे। बाफले चल्ने बग्गीको समेत आविष्कार गरियो। हेर्दाहेर्दै संसारको रूप नै अर्कै भयो।

परन्तु यो सब कुरा एकाएक भएको थिएन। बुद्धिमन्त मान्छेहरूले समेत उनीहरूको हातमा कति बलियो शक्ति छ भन्ने तुरुन्तै बुझ्न सकेका थिएनन्।

एकपल्ट फ्रान्सका सम्राट् नेपोलियनको दर्बारमा एकजना साधारण लुगा लगाइराख्ने युवक आइपुग्यो। उसले सम्राट्लाई असाधारण जहाजको खाकाचित्र देखायो। त्यसमा न कुनै अग्लो मस्तूल थियो, न त त्रिपालहरू नै थिए। जहाजको माझमा मात्र एउटा लामो र पातलो नली ठडयाइएको थियो। त्यसबाट धुवाँको कालो मुस्लो उडिरहेको देखिन्थ्यो। जहाजको अगलबगलमा ठूलठूला पाङग्राहरू थिए। त्यस समयको लागि त्यो जहाज ज्यादै भद्दा थियो। आविष्कारकर्ताको बयान सुनिसकेपछि नेपोलियनले उसलाई दर्बारबाट घोक्रयाएर पठाउने हुकुम दिए। त्यसको बाह्र वर्षपछि स्वयं सम्राट् नै सेण्ट हेलेन टापूमा निर्वासित गरिए। उनको जहाजको

दाहिनेतर्फ एक्कासि एउटा जहाज देखापऱ्यो...। त्यो कुन जहाज होला, के तिमी अनुमान लगाउन सक्छौ? निसन्देह नै त्यो त्यही भद्दा देखिने जहाज थियो। त्यसमा एउटा लामो नली ठडचाइएको थियो भने दुवैतर्फ ठूलठूला पाङग्राहरू देखिन्थे। त्यसमा नेपोलियनको घातक शत्रु बेलायतको झण्डा फरफराइरहेको थियो। जहाजको आविष्कारकर्ता फुल्टोन भन्ने त्यो व्यक्ति फ्रान्सका सम्राट्कहाँबाट सरासर बेलायत पुगेको थियो। त्यहाँ तत्कालै उसको आविष्कारको उच्च मूल्याङ्कन गरियो।...

रूसमा सुप्रसिद्ध यन्त्रविद् येफीम अलेक्सान्द्रोभिच चेरेपानोभ तथा उनका छोरा मिरोन येफीमोभिच चेरेपानोभले वाष्पयन्त्रहरूको निर्माण गरे। उनीहरूले नै तैयार पारेका यन्त्रहरू खानीहरूमा र कारखानाहरूमा कार्यरत थिए। रूसमा वाष्पइन्जीनले तान्ने रेल सर्वप्रथम सन् १८३४ मा उरालमा चलाइएको थियो। त्यो पनि उनीहरूले नै बनाएका थिए।

एक सय वर्षसम्म जेइम्स वाटको वाष्पयन्त्रलाई उछिन्न सक्ने अर्को कुनै यन्त्र बनेन। तर एकपल्ट यस्तो घटना घटचो।

बेलायतमा एउटा समुद्री परेडको आयोजना गरियो। जहाजहरूले आ-आफ्नो ठाउँ लिए। तिनका चालकदलहरू पनि छतमा उभिए। त्यसै बखत एउटा सानो जहाज पनि तिनको अगिल्तिर देखापऱ्यो। त्यसलाई कसैले पनि त्यहाँ निम्त्याएको थिएन। एडमिरलले त्यस सानो जहाजको पीछा गरेर त्यसलाई पोताश्रयमा पुऱ्याउने आदेश दिए। त्यसको पीछा गर्न सबभन्दा वेगवान् जहाज नै खटाइयो। तर कसैले सोच्दै नसोचेको घटना घटचो। त्यो सानो जहाज भेट्टाउनै नसकिने गरेर सहजै अलप भयो।

चार्ल्स पार्सोन्स नामको एक इन्जीनियर त्यस जहाजको कप्तान थियो। उसले आफ्नो जहाजमा एउटा नयाँ इन्जीन अर्थात् वाष्पटर्बाइन जडेको थियो।

वाष्पयन्त्र एउटा पम्प जस्तो हुन्छ जसले माथि-तल, माथि-तल गरिरहन्छ भने टर्बाइन चाहिं वरिपरि पाटैपाटा ठोकिएको भुरुङ जस्तो हुन्छ। नभन्दै भुरुङलाई ल्याटिनें भाषामा "Turbo" नै भन्छन्। नलीको टुप्पोबाट बाफको फोहराले पाटाहरूमा प्रहार गर्छ र टर्बाइन फनफन घुम्न थाल्छ।

चार्ल्स पार्सोन्सले त्यो "भुरुङ" तेर्सो पारेर राख्यो र टर्बाइनको डण्डीमा एउटा पाङग्रा पनि कसिदियो। टर्बाइन घुम्दाखेरि पाङग्रा पनि घुम्थ्यो र जहाज वेगले अगिल्तिर धकेलिन्थ्यो।

हाल टर्बाइनहरूको मद्दतले समुद्रमा जहाजहरू मात्र चलाइँदैनन्। मुख्यतया बिजुलीघरहरूमा तिनको प्रयोग गरिन्छ जहाँ तापलाई बिजुलीमा रूपान्तरण गरिन्छ।

परन्तु एक शताब्दीअघि अर्को एउटा इन्जीन पनि देखापरेको थियो। त्यसले पनि इन्धनबाटै ऊर्जा प्राप्त गर्थ्यो। तर बाफ निकाल्ने बायलरको भट्टीमा इन्धन जलाइँदैनथ्यो,

बरु इन्जीनभित्र नै त्यो इन्धन जल्दथ्यो। यसै कारणले गर्दा नै त्यो इन्जीन पनि अन्तर-जलनयन्त्र INTERNAL COMBUSTION ENGINE भनिन्थ्यो।

यो इन्जीन पनि वाष्पयन्त्र जस्तै देखिन्छ, किनभने यसमा पनि त्यस्तै डोलो बेलन र जिब्री हुन्छ। परन्तु यसलाई न बाफको आवश्यकता हुन्छ, न त बायलरको वा बाफ बग्ने मोटो नलीकै! यसको काम गर्ने ढङ्ग यस्तो हुन्छ।

खोक्रो बेलनभित्र तरल इन्धन अर्थात् पेट्रोल वा खनिज तेल भरिन्छ। त्यसभित्रै तरल इन्धन जल्छ र त्यो तातो ग्यासमा परिणत हुन्छ। ग्यासले जिब्रीमा दबाव दिन्छ र त्यसलाई धकेल्छ। त्यस जिब्रीले पाङ्ग्रा वा चक्का जडिएको डण्डीलाई घुमाइदिन्छ।

यस्तो इन्जीनको आविष्कारकर्ता हुन् – रूडोल्फ डिजेल नामका जर्मन इन्जीनियर। पिटरबर्गको "रूसी डिजेल" भन्ने कारखानाका मजदुर र इन्जीनियरहरूले पनि झण्डै त्यसैताका आफ्नो मेशीनको निर्माण गरेका थिए। त्यो मेशीन सानो र हलुका त छँदैथियो, बरू मुख्य कुरा के भने सस्तो इन्धन अर्थात् पेट्रोलद्वारा त्यो चल्थ्यो।

हाल यातायातका साधनहरूमा मुख्यतया अन्तरजलनयन्त्रहरूले नै काम गर्छन्। आफ्नो वरिपरि एकपल्ट ध्यान दिएर हेर त! समुद्र र नदीहरूमा जहाजहरू तैरि-रहन्छन्! रेलमार्गहरूमा तापइन्जीनहरू चलिरहन्छन्। सडक र राजमार्गहरूमा मोटरकार र बसहरू दगुरिरहेका हुन्छन्। आकाशमा हेलिकोप्टर र साना हवाईजहाजहरू उडिरहेका देखिन्छन्। खेतहरूमा ट्र्याक्टर र हार्भेष्टरहरूले काम गरिरहेका हुन्छन्। तैरिने, गुड्ने वा उड्ने ती सबै कुराहरूलाई यही साधारण र भरपर्दो इन्जीनले नै चलाउँछ।

दुई शताब्दीअघि नै फ्रान्समा आधुनिक मोटरकारको "जिज्यूबाजे" देखापरेको थियो। त्यसमा बायलर र वाष्पयन्त्र जडिएको थियो। त्यसको परीक्षण पेरिसमा गरिएको थियो। एक जात्रा-समारोह जस्तै थियो त्यो। तमासेहरूको हुललाई धपाउँदै त्यसको अगिल्तिर पुलिशहरू हिंडिरहेका थिए। तिनको पछिल्तिर एक ड्राइभर धुवाँ र बाफ ओकेल्ने मोटर हाँक्दैथियो। त्यसभन्दा पछिल्तिर पानीका पीपाहरू र कोइलाका बाकसहरू लादिएका घोडागाडीहरूको ताँती थियो। द-दस मिनेटमा सबै टक्क रोकिन्थे। भट्टीमा कोइला हालिन्थ्यो भने बायलर पानीले भरिन्थ्यो। त्यसपछि फेरि सबै पाइला सार्थे। यस्तो यात्रा थोरै समयसम्म मात्र जारी रह्यो। मोटरगाडीको आविष्कारकर्ताले चालकचक्रमा नियन्त्रण कायम राख्न सकेन। मोटरगाडी एउटा घरको भित्तामा ठोक्किन पुग्यो र विष्फोट भयो। हाल त्यस मोटरगाडीलाई मर्मत गर्नुको साथै रङ्गरोगनले पनि सिंगारेर पेरिसको यातायात-संग्रहालयमा अति सम्मानित स्थानमा राखिएको छ। त्यसका आविष्कारकर्ताको नाम थियो – निकोलास क्यूनो।

पहिलो साँच्चिकै मोटरगाडी चाहिं सन् १८८६ मा सडकमा गुडेको थियो। जर्मन

यन्त्रविद् गोटलिब डाइमलरले आफ्नै हातले त्यो बनाएका थियो। घोडाले तान्ने बग्गीलाई नै उसले आफ्नो मोटरगाडीको लागि प्रयोगमा ल्याएको थियो। उसले स्वयं बनाएको पेट्रोलले चल्ने एउटा इन्जीन त्यसमा जडान गरिएको थियो।

एकजना रूसी नौसैनिक अफिसर कप्तान अलेक्सान्द्र फ्योदोरोभिच मोजाइस्कीद्वारा * निर्मित पहिलो हवाईजहाज पनि उडानको निम्ति ज्यादै गह्रौं थियो। त्यसमा जडिएको वाष्पयन्त्र कतिसम्म वजनदार थियो भने त्यो हवाईजहाज धावनगतिको वेग संचय गर्न र एकाध पटक माथि उफ्रन मात्र समर्थ भयो। वाष्पयन्त्रको भरमा "धेरै टाढा उड्न सकिंदैन", किनभने हवाईजहाज उडाउन ज्यादै हलुको र शक्तिशाली इन्जीन चाहिन्छ भन्ने त स्वयं मोजाइस्कीलाई राम्रो बोध थियो।

वास्तवमा यस्तै भयो पनि। सन् १९०२ मा पेट्रोलले चल्ने इन्जीन जडिएको हवाईजहाज आकाशमा उड्यो। त्यो हवाईजहाज अमेरिकी युवा यन्त्रविद्-वन्धु ओर्भिल राइट तथा विलबुर राइटले निर्माण गरेका थिए। आकाशमा उड्ने पहिलो प्रयत्न विफल हुन गएको थियो। पहिलो उडान सम्पन्न गर्ने विलबुर राइटले हवाईजहाजको टुप्पो एकदम ठाडो पारेको थियो। हवाईजहाजको गति मन्द भयो र त्यो जमीनमा खस्यो। भाग्यवश कसैलाई चोटपटक लागेन। दुई हप्तापछि ओर्भिल राइट हवाईजहाजको पखेटामा पल्टियो। यसरी मात्र त्यस हवाईजहाजमा नियन्त्रण कायम राख्न सकिएको थियो। अनि इन्जीन खोलियो, हवाईजहाजको गतिले आवश्यक वेग ग्रहण गऱ्यो र त्यो आकाशतिर उड्यो। साँच्चै, त्यो उडान पनि सत्र सेकेण्डको मात्र थियो। ...

इन्जीनियरहरूले यस्तो आश्चर्यजनक इन्जीन तयार पारेका थिए।

परन्तु त्यसले पनि आफ्नी "बज्यै" अर्थात् वाष्पयन्त्रबाट एउटा गम्भीर त्रुटि उत्तराधिकारको रूपमा पाएको थियो। के अन्तरजलनयन्त्र र के वाष्पयन्त्र दुवैमा जिब्रीले एकै प्रकारले काम गर्छ : माथि-तल, माथि-तल ! यसले गर्दा इन्जीन हल्लन्छ। इन्जीनको शक्ति जति बढी हुन्छ त्यतिकै जोडले त्यो थर्कन्छ पनि। अझ कहाँसम्म भने आफ्नै जिब्रीको "प्रहारले गर्दा" त्यो फुट्न समेत सक्छ।

टर्बाइनमा चाहिं यसरी "हल्लिने" कुनै जिब्री हुँदैन भन्ने त तिमीलाई थाहा नै छ। न त त्यो फुट्ला भन्ने नै डर हुन्छ। यसैउसले ती ज्यादै जब्बर र बलिया पनि हुन सक्छन्।

हालसालै मात्र सोभियत संघको लेनिनग्राद नगरस्थित धातुमिलमा व्यवहारतः यसको पुष्टि भएको थियो। त्यहाँ एउटा असाधारण वाष्प-टर्बाइन बनाइएको थियो।

---

* अलेक्सान्द्र फ्योदोरोभिच मोजाइस्की (सन् १८२५–१८९०) – अनु०

त्यो एउटै मात्र पनि ती सबै टर्बाइनहरूभन्दा शक्तिशाली थियो जो सन् १९१७ को क्रान्तिभन्दा पहिले रूसमा कार्यरत थिए।

इन्जीनियरहरूको विचार यस्तो थियो। अन्तरजलनयन्त्र हलुका र साधारण हुन्छ तर त्यसको शक्ति भने उति ठूलो हुन सक्तैन। जे भए तापनि टर्बाइन वास्तवमा विस्मयकारी इन्जीन हो, तर त्यसलाई बायलरको जरूरत पर्छ। आधुनिक बायलर पाँचतले घर जत्रै अग्लो पो हुन्छ त! अझ यसलाई रेफ्रिजरेटर सेट, नलीहरू र पम्पहरू पनि चाहिन्छन्।...

"अन्तरजलनयन्त्रको हलुकापन र सरलतालाई टर्बाइनको जब्बरपना र तीव्रतासित जोड्ने सम्भावना नहोला त?" – इन्जीनियरहरूले सोचे। – "तातो ग्यासले जिब्रीलाई धकेल्नुको बदला "भुरूङ" लाई फनफन घुमाउन पनि त सक्छ।" अनि यस्तो इन्जीन पनि बनाइयो। सोभियत संघमा सन् १९३९ मा त्यसको निर्माण गरिएको थियो र त्यसले ग्यास-टर्बाइन भन्ने नाउँ पायो।

ग्यास-टर्बाइन पनि वाष्प-टर्बाइन जस्तै हुन्छ। तर त्यसलाई बाफले होइन, बरू तातो ग्यासको प्रवाहले काम गर्न लगाउँछ।

यो ज्यादै हलुका, जब्बर र वेगवान् इन्जीन हो। उड्डयनको निम्ति नै त्यसको आविष्कार गरिएको प्रतीत हुन्छ। हाल प्रायः सबै वायुयानहरूमा ग्यास-टर्बाइनहरू नै काम गर्छन्।

तिमीले यदि साँच्चिकै बन्दूकबाट गोली चलाउने सम्भावना पाएको भए गोली चल्दा त्यसको कुन्दाले कुममा जोडको धक्का पर्ने कुरा पनि शायद सम्झेकै होऔला। निशानाबाजहरू त्यसलाई "पश्चाघात" भन्छन्। कसरी यस्तो धक्का लाग्छ? ल, गोली चल्दा के हुन्छ भन्ने नै छानबीन गरौं! हामी बन्दूकको घोडा दबाउँछौं र त्यसको टुप्पोले केपमाथि ठोक्छ। यसले गर्दा आगोको झिल्को उत्पन्न हुन्छ र टोटामा भएको बारूदमा आगो सल्कन्छ। बारूद जलेर निस्कने ग्यासले निकै जोड गरेर गोलीको वा छर्राको पींधमा मात्र होइन, बरू... "चारै दिशातिर" धक्का दिन्छ। ग्यासको ठेलाइले गर्दा गोली बन्दूकको नालबाट बाहिरतिर हुर्रिन्छ भने निशानाबाजको कुममा चाहिं बन्दूकको कुन्दाले धक्का दिन्छ। यसरी बन्दूकको नालभित्र उत्पन्न हुने जुन शक्तिले बन्दूक र निशानाबाजलाई समेत धक्का दिन्छ त्यो प्रत्याघाती शक्ति भनिन्छ।

कार्तोसबाट गोली झिकेर "खाली टोटा" मात्र भरिएको बन्दूक पड्कायौं भने के होला? पश्चाघात होला कि नहोला? अवश्य नै होला। यदि सामान्य बन्दूकमा जस्तो थोरै मात्रामा मात्र "बन्दूक" मा बारूद वा इन्धन नभरेर लगातार भर्दैगएमा के होला? अथवा त्यसमा भरिएको बारूद एकैचोटि नजलाएर बिस्तार-बिस्तार जलाउने

हो भने के होला ? यस्तो अवस्थामा प्रत्याघाती शक्तिले अविरल रूपमा "बन्दूक" लाई धकेलेर धक्का दिंदैरहनेछ। यसै सिद्धान्तअनुसार जेटइन्जीन बनाइन्छ।

वायुयानका इन्जीनहरू तरल इन्धन अर्थात् मट्टीतेलद्वारा चल्छन्। रकेटका इन्जीनहरूलाई तरल र ठोस दुवै किसिमका इन्धनहरूद्वारा चलाउन सकिन्छ। वायुयानका इन्जीनहरू रकेटका इन्जीनभन्दा एकदमै बेग्लै प्रकारका हुन्छन्। यो स्वाभाविकै कुरा हो। तिनले काम पनि त बेग्लाबेग्लै परिस्थितिमा गर्छन्।

वायुयानहरू पृथ्वीको सतहनजीकै वायुमण्डलमा उड्छन्। अर्को शब्दमा भन्ने हो भने ती हावामा उड्छन्। हावाबेगर इन्धन पनि जल्दैन। हवाईजहाजका इन्जीन-हरूमा एउटा विशेष उपकरण पनि रहन्छ जसले हावा भित्र हुल्छ। हवाईजहाज उडिरहेका बखत त्यसको फराकिलो "मुख" खुल्छ र त्यसले हावा भित्र तान्छ। त्यो हावालाई बेसरी च्यापेर जलनकक्षमा पठाइन्छ। त्यसै कक्षमा मट्टीतेल पनि हुलिन्छ। ज्यादै ठूलो तापक्रमले गर्दा इन्धन जल्न थाल्छ र तातो ग्यासको प्रवाह नलीको मुखबाट निस्कन्छ। त्यसैले इन्जीनलाई धकेल्छ र त्यसको साथसाथै हवाईजहाज पनि अगाडि हुर्रिन्छ।

रकेटहरू पृथ्वीबाट निकै टाढा उड्छन्। ती हावा नै नभएको अन्तरिक्षमण्डलमा पुग्छन्। **हावा नै नभएको** भन्ने शब्दावलीमा ध्यान देऊ! परन्तु इन्धन त जल्नैपर्छ।...

यसै कारण रकेटहरूले इन्धनको अतिरिक्त हावा अर्थात् वस्तुतः अक्सिजन पनि साथमा लैजान्छन्।

रकेट इन्जीन तरल इन्धनको मद्दतले चलाउने हो भने त्यसको उडानको लागि दुईवटा टङ्की चाहिन्छ। एउटामा इन्धन हालिन्छ भने अर्कोमा चाहिं अक्सिजन भरिन्छ। इन्धन र अक्सीजन जलनकक्षमा पुऱ्याइन्छन्।... त्यसपछि के हुन्छ भन्ने त तिमीले थाहा पाइसकेकै छौ।

वास्तवमा भन्ने हो भने रकेटहरूमा कैयौं टङ्कीहरू रहन्छन्। पहिलो जोडीको इन्धन र अक्सिजन समाप्त भएपछि ती रित्ता टङ्कीहरूलाई "बाहिर फालिन्छ" र अर्को जोडीबाट इन्धन र अक्सिजन उपयोग गरिन्छ। ती पनि रित्तिएपछि तेस्रो जोडीबाट काम लिइन्छ।...

भूउपग्रहहरू अथवा अन्तरिक्षयानहरूको प्रक्षेपणबारे समाचार त तिमीले सम्झिराखेकै हुनुपर्छ। त्यसमा भनिएको हुन्छ: "पहिलो खण्ड सामान्य तवरले अलग्गियो... दोस्रो खण्ड पनि अलग्गियो... तेस्रो खण्ड..."। इन्धन र अक्सिजन राखिने टङ्कीहरूबाट नै यस्ता खण्डहरू बनेका हुन्छन्।

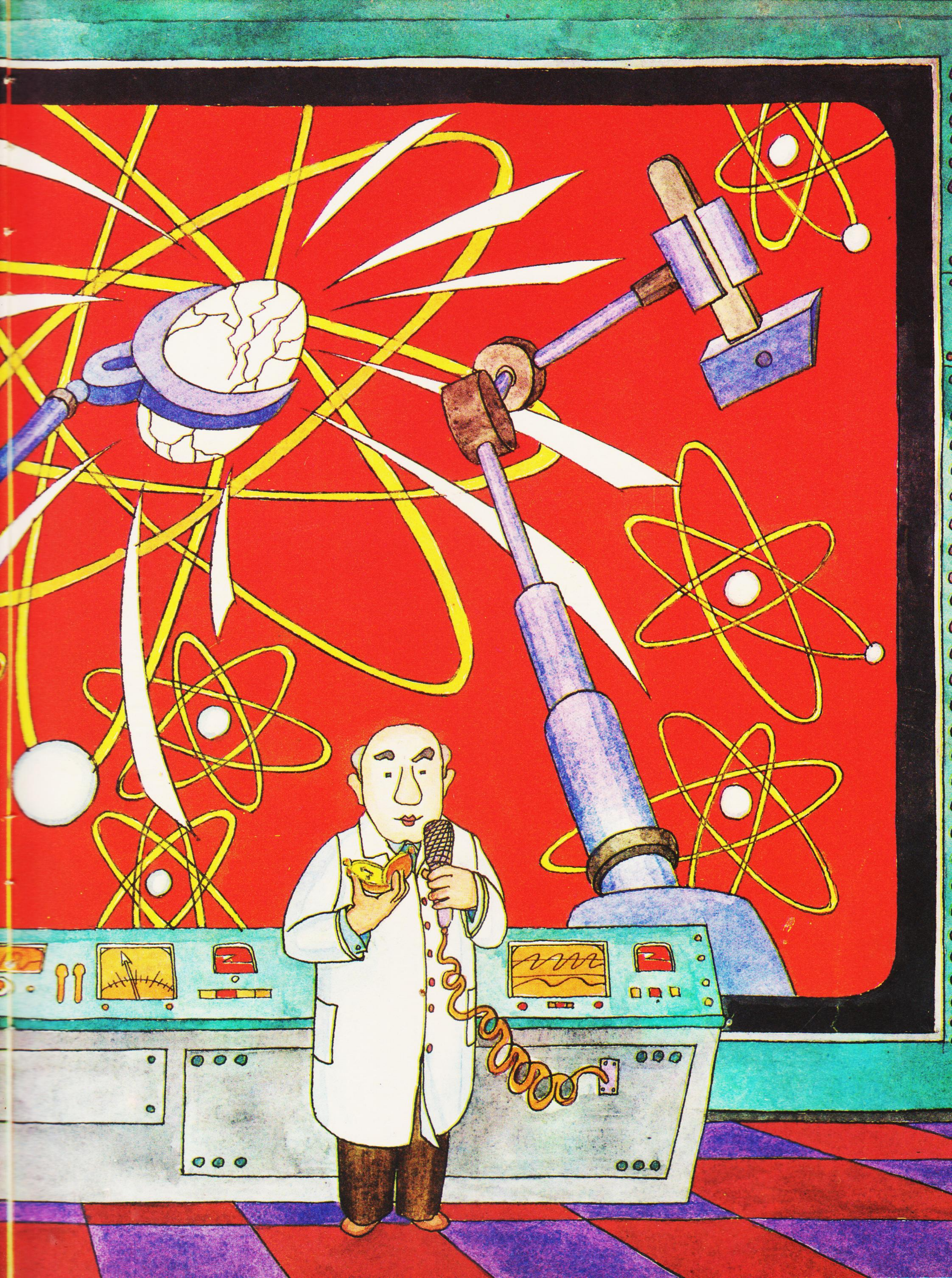
ठोस इन्धन चाहिं पृथ्वीमै अक्सिजनसित मिलाइन्छ। त्यो टङ्कीभित्रै जल्छ। एउटा

टङ्की "जलिसकेपछि" त्यसलाई अलग्याएर फालिन्छ र अर्को टङ्कीको इन्धन जल्न थाल्छ।... यी पनि रकेटकै खण्डहरू हुन्।

हामीले जुन इन्जीनहरूको चर्चा गर्‍यौं ती निकटतम नातेदार हुन्। ती सबैलाई चलाउन इन्धनको आवश्यकता हुन्छ। इन्धनले जलेर तापीय ऊर्जा प्रदान गर्छ। त्यसै कारण यस्ता मेशिनहरूलाई तापचालित यन्त्र भन्छन्।

अझै पनि पृथ्वीमा इन्धनको विपुल भण्डार मौजूद छ। परन्तु त्यसको जगेरा वर्षानुवर्ष घट्दैजाँदो छ। वैज्ञानिकहरूले गणना गरेअनुसार इन्धनको जगेरा आउँदा एक-डेढ सय बर्षहरूको लागि मात्र पर्याप्त छ। त्यो पनि हामीले हिफाजत र फारो गर्दै त्यसको उपयोग गर्‍यौं भने मात्र! यसको अर्थ के हुन्छ भने मानिसहरूले ऊर्जाका पुराना स्रोतहरूको सदुपयोग गर्दै नयाँनयाँ स्रोतहरूको पनि खोजी गर्नुपरेको छ।

कस्ता स्रोतहरू? यसबारे नै हामी अगाडि चर्चा गर्नेछौं।



एक किलोग्राम युरेनियमको वजन कति हुन्छ ?

के तिमीले अणुविद्युत्केन्द्रहरू र आणविक हिमभञ्जक जहाजहरूको बारेमा सुनेका छौ ? अवश्य सुनेको वा पढेको हुनुपर्छ। अणुविद्युत्केन्द्रहरूबाट बिजुली प्राप्त गरिन्छ भने आणविक हिमभञ्जक जहाजहरूले सुमेरू महासागरमा जमेको बरफ फोडेर जहाज-यातायातको लागि बाटो खोलिदिन्छन्।

मानिसहरूले हालसालै मात्र आणविक ऊर्जाको प्रयोग गर्न सिकेका हुन्। विश्वको पहिलो अणुविद्युत्केन्द्रले सन् १९५४ देखि सोभियत संघको कालुगा नगरनजीकै रहेको ओबनिन्स्क भनिने उपनगरमा काम गर्न थालेको थियो। पहिला आणविक जहाजहरू त त्यसभन्दा पनि निकै पछि मात्र देखापरेका थिए।

परन्तु **अणु** भन्ने शब्द चाहिं मानिसहरूलाई परापूर्वकालदेखि नै थाहा थियो।

आजभन्दा त्याईस शताब्दीपहिले प्राचीन ग्रीसमा डेमोक्रीटस नामका एक प्रकाण्ड विद्वान् थिए। उनले मान्छेको वरिपरि रहने प्रकृतिबारे खूब सोचविचार गर्नेगरेका थिए। पानी, ढुङ्गामाटो, रूख, फूल, जीवजन्तु र अरू पनि कैयौं वस्तुहरू केबाट बनेका होलान् भनेर उनी घोत्लिनेगर्थे। हाम्रो जमानाका वैज्ञानिकहरूलाई सहायता पुऱ्याउने खालका जटिलतम यन्त्र-उपकरणहरू उनीसित थिएन। परन्तु डेमोक्रीटसको मनमा नै एउटा महान् विचार फुऱ्यो। प्रकृतिमा जे-जति कुराहरू छन् ती सबै व्युहाणुहरूबाट निर्मित हुन्छन् भन्ने उनले अनुमान लगाए। ठीक त्यसरी नै जसरी ईंटहरूबाट घर बनेको हुन्छ। यी प्राकृतिक "ईंटहरू" आँखाले देख्न सकिन्न र संसारमा तीभन्दा सूक्ष्म कुराहरू पनि अरू केही छैन। तिनलाई अझ टुक्र्याउन त असम्भव नै हुन्छ। यस्ता व्युहाणुहरूलाई डेमोक्रीटसले ATOM भन्ने नाम दिएका थिए। यसको अर्थ हुन्छ – "अविभाज्य" अर्थात् "अणु"।

कैयौं शताब्दीपछि मात्र प्राचीन वैज्ञानिक डेमोक्रीटसको गल्ती पत्ता लाग्यो।

एक सय वर्षअघि फ्रान्सेली भौतिकशास्त्री हेनरी बेक्यूरेलले एकपल्ट घर फर्कनु-अघि आफ्नो प्रयोगशाला सफा गर्ने निधो गरे। उनले रासायनिक प्रयोगहरूको लागि चाहिने काँचका ट्यूब र सिसीहरू दराजमा थन्क्याए। कालो कागजले राम्रोसित बेरेर फोटो-प्लेटहरू पनि दराजको च्याकमा राखिदिए। पुछपाछ गरेर सफा पारिएको टल्कने टेबिलतर्फ पनि उनले एक नजर दिए र त्यहाँ आफूले जुन वस्तुको स्वभाव-बारे अध्ययन गरिरहेका थिए त्यसैको केही टुक्राहरूमा उनको आँखा पऱ्यो। त्यो वस्तु युरेनियम भनिन्थ्यो। हेनरी बेक्यूरेल ज्यादै हतारमा थिए। उनले ती टुक्राहरू पनि बटुलेर दराजमा राखिदिए। युरेनियमको एक सानो टुक्रा फोटो-प्लेटहरूको पाकेटमाथि पऱ्यो। ग्यासबत्ती निभाएर आफ्नो प्रयोगशालाको ढोका बन्द गरेपछि उनी घरतिर हिंडे।

अर्को दिन हेनरी बेक्यूरेलले फोटो-प्लेटहरूको पाकेटमाथि खसेको युरेनियमको टुक्रा एकातिर पन्छ्याए र प्लेटमा आफूलाई चाहिने फोटो खिंचे। धोएर हेर्दा त फोटो-प्लेट प्रकाश परेर बिग्रिसकेको पाइयो। जहाँनेर युरेनियमको टुक्रा परेको थियो त्यस ठाउँमा चाहिं कालो टाटो देखियो। वैज्ञानिक छक्क परे, तर अब उनले जानाजान नै प्रयोग दोहोऱ्याए। फेरि पनि फोटो-प्लेटमा युरेनियमको टुक्राको "चित्र" स्पष्ट नै देखियो।

यस रहस्यको उद्घाटनमा अन्य वैज्ञानिकहरू जुटे। मारीया स्क्लोदोभ्स्काया-क्यूरी र पियर क्यूरीले विभिन्न वस्तुहरूको आधारमा प्रयोग गरेर हेरे। रेडियम र पोलोनियम भनिने वस्तुहरूको स्वभाव पनि ठीक यस्तै हुने कुरा उनीहरूले पत्ता लगाए। तर किन यस्तो हुन्छ? यसको कारण त एउटै मात्र हुन सक्थ्यो। "अविभाज्य" अणुहरूको भित्री गहिराइबाट कुनै किसिमका तत्वहरूको यस्तो प्रवाह निस्कन्छ जसले फोटो-प्लेटलाई प्रकाशित गरिदिन्छ। यसबाट त एउटै मात्र कुराको पुष्टि हुन्छ। त्यो के त भने अणु नै वस्तुको सबभन्दा सानो रूप होइन, बरू अणुभन्दा पनि सूक्ष्म तत्वहरूको अस्तित्व छ।

अणुको संरचनाबारे अहिले हामीलाई प्रायः राम्रै जानकारी छ। एक थोपा महको वरिपरि भुसुनाहरू झुम्मिरहेको कल्पना गर! भुसुनाहरू महको थोपामा चलमलाइरहन्छन् तर त्यसबाट उम्केर उड्न भने सक्तैनन्। जुनसुकै पदार्थको पनि अणुलाई देख्न सकिंदो हो त झण्डै यस्तै दृश्य हाम्रो आँखाअगाडि पर्नेथियो। बीचमा महको "थोपा" जस्तै अणुको नाभि हुन्छ भने त्यसको वरिपरि चलमलाइरहने हलुका "भुसुनाहरू" झैं ठीक एलेक्ट्रोनहरू हुन्छन्। नाभिको वरिपरि तिनीहरू घुमिरहन्छन्, मानौं तिनमा नै ती बाँधिएका होउन्! हुन त भुसुनाहरू झैं ती जथाभावी उड्दैनन्, बरू एक निश्चित क्रमले आफ्नै बाटोबाट उडिरहन्छन्।

परन्तु कुरा यत्तिकै मात्र होइन। नाभि पनि ज्यादै जोडले च्यापिएका तत्वहरूबाट बनेको हुन्छ। तिनलाई प्रोटोन र न्यूट्रोन भन्छन्। नाभिले एउटा यस्तो कमानीको सम्झना गराउँछ जुन तारले जोडसित कसेर बाँधिएको हुन्छ र कमानी झैं त्यसमा पनि निकै ठूलो शक्ति निहित हुन्छ। कमानीलाई सोझ्याउने हो र त्यसमा लुकिरहेको शक्तिलाई पनि फुक्का गर्दिने हो भने तार चुँडालिदिनुपर्छ। यसै गरी नाभिबाट ऊर्जा प्राप्त गर्ने हो भने त्यसलाई फोड्नुपर्छ र त्यसका तत्वहरूलाई कसिराख्ने अदृश्य सूत्र पनि चुंडालिदिनुपर्छ। अनि मात्र ती तत्त्वहरू दशै दिशातिर फैलिनेछन् र आफ्नो वरिपरिको परिवेशमा तिनले ऊर्जा पनि छर्नेछन्।

"वजनदार" पदार्थहरू अर्थात् युरेनियम र प्ल्यूटोनियमको नाभि सजिलैसित फोडिन्छ (अर्थात् वैज्ञानिक भाषामा भन्ने हो भने विभाजित हुन्छ)। यी पदार्थहरूको नाभिमा प्रशस्त मात्रामा तत्वहरू सन्निहित रहने हुँदा नै तिनलाई वजनदार भनिएको हो। तारोमा गोलीको प्रहार झैं नाभिमा कुनै तत्वले प्रहार गर्नु नै अणुको विभाजनको

निम्ति पर्याप्त हुन्छ। न्यूट्रोनहरू नै यसको लागि उत्कृष्टतम "गोली" साबित भएका छन्। यी तत्वहरू तिनै हुन् जसबाट नाभि बनेको हुन्छ।

न्यूट्रोनहरूको "स्थायी निवासस्थान" हो – नाभि। जे होस्, "घरबसुवा" न्यूट्रोनहरूमध्ये यदाकदा "डुलुवा" न्यूट्रोनहरू पनि भेट्टिन्छन्। नाभिबाट निस्केर तिनीहरू बाटोमा भेट्टिने पर्यटकहरू झैं युरेनियमको टुक्रामा विचरण गर्न थाल्छन्। ढीलो होस् वा चाँडो, यस्तो डुलुवा न्यूट्रोन कुनै अर्को नाभिमा ठक्कर खान पुग्छ। यस्तो प्रहारको तोडले गर्दा त्यो नाभि फुट्छ र त्यस नाभिबाट अरू दुईवटा न्यूट्रोनहरू चोइटिएर उछिट्टिन्छन्। कुनै न कुनै प्रकारले तिनले अरू दुईवटा नाभिलाई पनि अनिवार्यतः फुटाउँछन्। अब युरेनियमको टुक्रामा चारवटा गोलीहरू हुनेछन्। एवं रीतले घटना अगाडि बढ्दैजान्छ।... बञ्चरोको चोटले मूढाबाट छेस्काहरू उडेझैं एकपछि अर्को गर्दै नाभिहरू पनि फुटेर चारैतिर तितरबितर हुन्छन् र तिनमा सन्निहित ऊर्जा पनि प्रकट हुन्छ। ऊर्जा जति धेरै हुन्छ त्यत्ति नै बढी तातो प्राप्त गरिन्छ। एक किलोग्राम युरेनियमबाट त्यत्तिकै तातो प्राप्त गर्न सकिन्छ जति तातो दुई हजार टन कोइला बालेर प्राप्त गरिन्छ।

के यो चमत्कार नै होइन त! युरेनियम भरिएको एक वा दुई सिसाका बाकसहरू ल्याइयो भने पूरै एक वर्षसम्म विशाल विद्युत्केन्द्रको लागि चाहिने इन्धनको आपूर्ति हुन सक्छ। तसर्थ अणुविद्युत्केन्द्रहरू त्यहाँ नै बनाइन्छन् जहाँ नजीकै कोइला, खनिजतेल वा मट्टीकोइलाको खानी छैन।

यस्तो विद्युत्केन्द्रमा सबभन्दा आवश्यक कुरा हो – **आणविक** अथवा, सही अर्थमा, **नाभिकीय रिएक्टर।** यो धातुको यस्तो भीमकाय बेलन हो जसको टुप्पो र फेद बन्द गरिएको हुन्छ। त्यो बडेमानको तसला अथवा डेक्ची जस्तो देखिन्छ। त्यस डेक्चीभित्र युरेनियमका डण्डीहरू र पानीका नलीहरू हुन्छन्। रिएक्टरको टुप्पोमा बिर्कोको बाहिरपट्टि नाना थरीका यन्त्र र उपकरणहरू हुन्छन्। युरेनियमका डण्डीहरूमा नाभिहरूको विखण्डनको प्रक्रिया चलिरहन्छ, नाभिकीय इन्धन "जल्छ" र पानी एकदमै तात्छ।

पम्पहरूले तातो पानी **वाष्प-जेनरेटर** अर्थात् बाफ बनाउने यन्त्रमा पठाउँछन्।

वाष्प-जेनरेटरको बनावट अत्यन्तै सरल हुन्छ: नलीभित्र नली, जस्तो कि इन्जीनियरहरू भन्नेगर्छन्। भित्रपट्टिको नलीमा जेनरेटरबाट तातो पानी बग्छ। बाहिरपट्टिको नलीमा चाहिं त्यसैको उल्टो दिशातिर रेफ्रिजरेटरबाट चिसो पानी बग्छ। रिएक्टरको पानीबाट चिसो पानीमा ताप सर्छ। त्यो पानी तात्छ, उम्लन्छ र बाफमा परिणत हुन्छ। बाफले **टर्बाइनका** पाटाहरूमा ठक्कर दिन्छ र त्यो घुम्न थाल्छ।

आफ्नो तातो दिइसकेपछि रिएक्टरको पानी फेरि रिएक्टरमै फर्कन्छ। त्यो पानी फेरि तातेर वाष्प-जेनरेटरमै बग्छ। जुन क्रममा त्यो पानी बग्छ त्यसलाई **प्रथम परिधि** भन्छन्।

टर्बाइनलाई घुमाउने बाफ रेफ्रिजरेटरमा पस्छ। त्यहाँ चिसोले गर्दा त्यो फेरि पानीमा नै रूपान्तरित हुन्छ। त्यो पानी फेरि वाष्प-जेनरेटरमा बग्न थाल्छ र बाफमा परिवर्तित हुन्छ।... पानी र बाफको यो दोस्रो क्रमलाई **द्वितीय परिधि** भन्छन्।

रिएक्टर, **वाष्प-जेनरेटर** र रेफ्रिजरेटरसहितको **टर्बाइन**—यी सबैलाई समष्टिगत रूपमा **आणविक ऊर्जा संयन्त्र** भन्छन्। यस संयन्त्रको परिचालन स्वचालित यन्त्रहरू र मानिसहरू अर्थात् यन्त्रचालकहरूले गर्छन्।

यस्तै संयन्त्रहरू नै अणुविद्युत्केन्द्रहरू तथा आणविक हिमभञ्जक जहाजहरूमा रहन्छन्। अणुविद्युत्केन्द्रहरूमा टर्बाइनहरूले आणविक ऊर्जालाई बिजुलीमा रूपान्तरण गरिदिन्छन् भने हिमभञ्जक जहाजहरूलाई चाहिं टर्बाइनहरूले गति प्रदान गर्छन्। शक्तिशाली आणविक ऊर्जा संयन्त्रहरूले हिमभञ्जक जहाजहरूलाई बरफको ज्यादै बाक्लो पत्र समेत फुटालेर जहाजहरूको ताँतीको लागि बाटो खोल्न मद्दत पुऱ्याउँछन्। सन् १९७७ को अगस्ट महीनामा सोभियत हिमभञ्जक जहाज "लेओनीद ब्रेझनेभ" बरफका ढिकाहरू फोडेर उत्तरी ध्रुवसम्मै पुगेको थियो। त्यसभन्दा पहिले कुनै पनि हिमभञ्जक जहाजले यो काम गर्न सकेको थिएन।

यो सब पढिसकेपछि तिमीले दुईवटा प्रश्न हामीसित सोध्यौ भने हामी कत्ति पनि छक्क पर्नेछैनौं।

पहिलो प्रश्न: द्वितीय परिधिको पानी किन उम्लेर बाफ बन्छ, जब कि प्रथम परिधिमा भने कुनै बाफ हुँदैन?

दोस्रो प्रश्न: दुई-दुईवटा परिधिको आवश्यकता किन पर्छ? रिएक्टरमा नै तुरुन्तै बाफ प्राप्त गर्न सकिन्न र? त्यसमा पनि त यसको लागि चाहिने तातो यथेष्ट रहन्छ!

पहिलो प्रश्नको जवाफ दिनु उति गाह्रो पर्दैन। प्रथम परिधिमा पानी नउम्लनुको कारण के हो भने त्यहाँ पानी ज्यादै नै च्यापिएको हुन्छ। चाप जति ज्यादा हुन्छ त्यत्तिकै बढी तताएर मात्रै पानी उमाल्न सकिन्छ।

परन्तु दोस्रो प्रश्नको जवाफ दिन भने हामीले निकै टाढाबाट शुरू गर्नुपर्नेछ।

हुन त युरेनियम बिस्तारै "जल्छ" र त्यसको आगो भयङ्कर पनि हुँदैन, परन्तु त्यो मानिसहरूको निम्ति अति नै खतरनाक हुन्छ। नाभिहरूको विखण्डन हुँदा अनेकौं "टुक्राहरू" र तत्त्वहरू चारैतर्फ अति वेगले उछट्टिन्छन्। यस्तो प्रवाहलाई रेडियसन भन्छन्। यस्तो रेडियसन सारा जीवित वस्तुहरूको लागि हानिकारक हुन्छ। त्यसैले त रिएक्टरको वरिपरि कन्क्रीटको खँदिला पर्खालहरू बनाइएका हुन्छन्। यस्ता पर्खालहरू जैविक सुरक्षाकवच भनिन्छ।

रेडियसनबाट बचावटको लागि नै आणविक ऊर्जा संयन्त्रमा पानीका दुई परिधिहरूको व्यवस्था गरिएको हो। प्रथम परिधिको पानी रेडियसनद्वारा "दूषित" हुन्छ र त्यसले पनि युरेनियमले जस्तै तत्वहरू चारैतिर छर्छ। यस्तो "दूषित" अर्थात्

"रेडियसनग्रस्त" पानीलाई बाफमा परिणत गर्ने हो भने के नलीहरू, के पम्पहरू र के टर्बाइन सारा कुरा पनि रेडियसनग्रस्त हुन जानेछन्।

यसै हुनाले त निर्णय लिइयो: रिएक्टरको रेडियसनग्रस्त पानी "अर्को" पानीलाई तताउन मात्र प्रयोग होस्! नलीका भित्ताहरूले अहितकर तत्वहरूको प्रवाहलाई ज्यादै मन्थर तुल्याइदिन्छन्। द्वितीय परिधिको पानी भने शुद्ध अथवा प्रायः शुद्ध हुन्छ। टर्बाइन र रेफ्रिजरेटरको वरिपरि जैविक सुरक्षाकवचको पनि निर्माण गरिरहनुपर्दैन। तिनको बगलमै मानिसहरू पनि निश्चिन्त भएर काम गर्न सक्छन्।

रेडियसनको असरको प्रयोग सर्वप्रथम पियर क्यूरीले आफैमा गरेर हेरेका थिए। यी साहसी मान्छेले कैयौं घण्टासम्म रेडियमको टुक्रामाथि आफ्नो हात राखेका थिए। केही समयपछि उनको हात डढ्यो र त्यहाँ पोलेको घाउ देखियो। पियर क्यूरीले घाउ निको पार्नुपऱ्यो। जे होस्, रेडियम र युरेनियमसित काम गर्दा "अति सतर्क हुनुपर्छ" भन्ने मानिसहरूले बुझे।

अणुविद्युत्‌केन्द्रहरूको वरिपरि उष्णगृहहरूको समेत निर्माण गरिन्छ जहाँ सागपात र फलफूल उब्जाउन सकिन्छ। लेनिनग्राद शहरमा समुद्रको नजीकै बनाइएको अणुविद्युत्‌केन्द्रले त मत्स्यशिकारीहरूलाई समेत मद्दत पुऱ्याउँछ। टर्बाइनलाई चिसो तुल्याउन प्रयोगमा ल्याइएको पानी तातेर खाडीमा झर्छ। त्यहाँ प्रशस्त मात्रामा यस्ता पानीझारहरू उम्रन्छन् जुन माछाहरूको निम्ति राम्रो आहारा हो। जहाँ राम्रो आहारा पाइन्छ त्यहाँ माछाहरू पनि हुने नै भए।

मानिसहरूलाई अणुविद्युत्‌केन्द्रहरूले अर्को एउटा महत्त्वपूर्ण काममा पनि सघाउँछन्। अहिले पृथ्वीमा स्वच्छ पानीको ठूलो अभाव हुन थालिसकेको छ। यो यस्तो सामान्य पानी हो जुन हामी खान्छौं अथवा जसद्वारा हामी नुहाइ-धुवाइ गर्छौं। हामी धेरै पानी खान्छौं वा बढी नुहाउँछौं भन्ने कुरा होइन। उद्योग-व्यवसायहरूलाई पनि प्रशस्त मात्रामा स्वच्छ पानीको दरकार पर्छ। फलाम खार्न, खनिजतेल झिक्न र बिजुली पैदा गर्न पनि पानी नै चाहिन्छ। खेतीपातीको निम्ति पनि प्रचूर मात्रामा पानी नभई हुँदैन। पृथ्वीमा यस्ता ठाउँहरू छन् जहाँ जग्गाजमीन निकै उर्वर हुनुको साथै पारिलो घामको पनि कमी छैन, परन्तु पानीको भने अभाव छ। यसै कारण मानिसहरू त्यहाँ नहरहरू खन्छन्, पम्पहरूको सहायताले नदीहरू र तालतलैयाहरूको पानी सुख्खा खेतहरूमा पुऱ्याउँछन्।

समुद्रहरू र महासागरहरूमै पृथ्वीमा पानीको मुख्य जगेरा सञ्चित छ। परन्तु, थाहा भएकै कुरा हो, त्यहाँको पानी नूनिलो छ। समुद्रको पानी प्रयोग गर्न त्यसबाट नून झिक्नुपर्छ। यस्तो गर्नु गाह्रो पनि त हुँदैन: नूनिलो पानी खूबसित तताउँदा जुन बाफ निस्कन्छ त्यसलाई एउटा टङ्कीमा जम्मा गरेर चिस्याइन्छ र स्वच्छ पानी प्राप्त गरिन्छ। स्वादको लागि त्यसमा अलिकति नून घोलेपछि त त्यो पानी खाए पनि भयो, त्यसले मजासित नुहाए पनि भयो, त्यसद्वारा करेसोबारी र फलफूलको बगैंचामा

पटनी गरे पनि भयो। थिग्रेनीबाट "बायलर" सफा गरेर फेरि त्यसमा समुद्रको पानी उमालेर यो प्रक्रिया दोहोऱ्याउन सकिन्छ। फेरि यस्तो थिग्रेनी पनि त ज्यादै उपयोगी वस्तु नै हो। त्यसबाट मैंगनीज, सोडियम, पोटासियम र अझ केही मात्रामा सुन जस्ता मूल्यवान् वस्तुहरू समेत उपलब्ध हुन्छ।

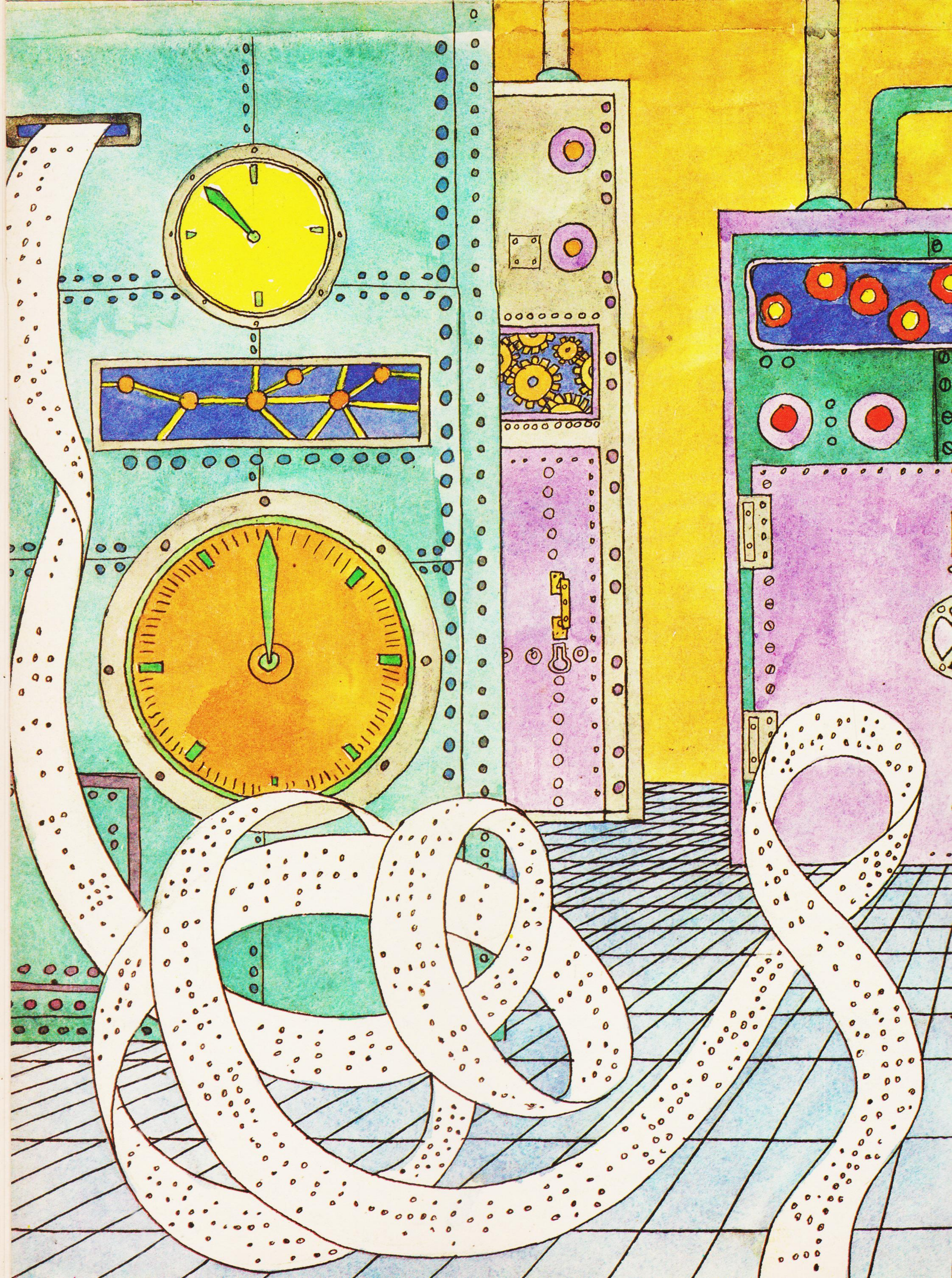
पानी सफा गर्न धेरै ऊर्जा चाहिन्छ। अणुविद्युत्केन्द्रहरूबाट नै यो ऊर्जा प्राप्त गर्न सकिन्छ।

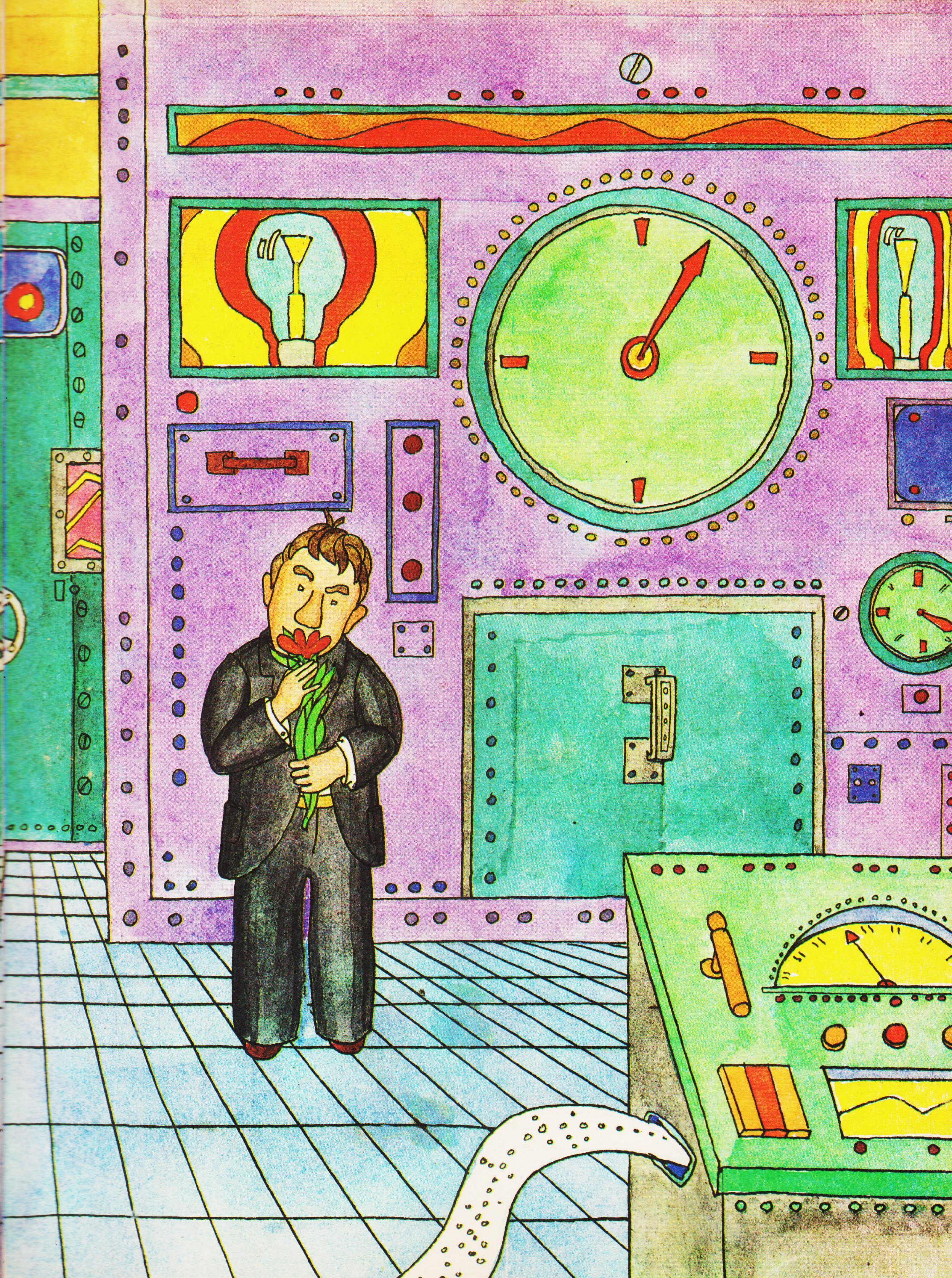
सोभियत संघमा क्यास्पियन सागरको पूर्वी किनारामा प्रचण्ड गर्मी हुने जलहीन मरूभूमिमा शेभ्चेन्को शहर अवस्थित छ। निश्चय नै पनि तिमीले टेबिल जस्तै सम्म परेको यस्तो ठाउँको कल्पना गरेका होऔला जहाँ घामको रापले तात्तिएका र झारपात तथा बोटबुटयानहरू हुँदै नभएका सडकहरू मात्र हुन्छन्। तर तिम्रो अनुमान गलत छ। त्यहाँ जति भने पनि पानी छ। छहारीदार उद्यानपथहरू र पानीका फोहराहरू पनि छन्। शहर फूलहरूले लटरम्म छ। यो सब चमत्कार मानिसहरूकै हातको करामत हो। शेभ्चेन्को शहरमा अणुविद्युत्केन्द्र बनाइएको छ। त्यसको झण्डै सम्पूर्ण ऊर्जाशक्ति पानी सफा गर्ने विशाल संयन्त्रले नै खपत गर्छ। यस संयन्त्रले शहरलाई चाहिने स्वच्छ पानी मात्र होइन, त्यसका उद्योगव्यवसायहरूलाई आवश्यकता पर्ने कोरापदार्थ अर्थात् सोडियम, पोटासियम, मैंगनीजका लवणहरू र अरू पनि थुप्रै वस्तुहरू प्रदान गर्छ।

अणुविद्युत्केन्द्रहरूले अझै पनि तापविद्युत्केन्द्रहरूको तुलनामा निकै कम ऊर्जा उत्पन्न गर्छन्। परन्तु छिटै नै, भनौं, बीस-तीस वर्षपछि अणुविद्युत्केन्द्रहरू नै संसारमा ऊर्जाउद्योगका मुख्य स्रोत बन्नेछन्। यसका दुई कारणहरू छन्। पहिलो कारण के त भने इन्धनको भण्डार घट्दै जाँदो छ। अनि दोस्रो कारण चाहिं के हो भने इन्धन बाल्नु नै वस्तुतः विवेकपूर्ण हुँदैन। खनिजतेल, ग्यास र पत्थरकोइलाबाट कैयन् उपयोगी वस्तुहरू तयार पार्न सकिन्छ। कृत्रिम रेशा बनाउने हो भने कमीज, कोट र न्यानो ओभरकोट आदि प्राप्त हुनेछन्। यसै गरी इस्पातभन्दा पनि जब्बर कृत्रिम सामग्रीहरू, ऐना र मेशिनका पार्टपूर्जाहरू, भुवा र अरू पनि कैयन् कुराहरू बनाउन सकिन्छ।

छोटकरीमा भन्ने हो भने वैज्ञानिकहरूको गणनाअनुसार सन् २००० सम्ममा अणुविद्युत्केन्द्रहरूबाट नै आधाभन्दा बढी बिजुली "उपलब्ध" गरिनेछ। यस्तो बिजुली अहिले तापविद्युत्केन्द्रहरूमा पैदा गरिनेभन्दा दस गुणा सस्तो समेत पर्न जानेछ।

सोभियत संघमा आणविक ऊर्जाको विकास द्रुत गतिले भइरहेको छ। हरेक पाँच वर्षभित्र दसवटासम्म अणुविद्युत्केन्द्रहरूको निर्माण हुन्छ।





के पानी बल्न सक्ला र?

एउटा रूसी दन्त्यकथामा यस्ता फ्याउरी-बहिनीहरूको कथा हालिएको छ जो "सलाई लिएर नीलो समुद्रतिर जान्छन् र नीलो समुद्रलाई नै जलाइदिन्छन्"। जब त्यो नीलो समुद्र दनदन बल्यो त्यतिखेर आगो निभाउने मान्छेहरूले "मालपुवा, चटामरी र सुकाइएका च्याउहरूले" त्यो आगो निभाए। "यस्तो अचम्म हुनै सक्तैन।" – तिमी भनौला। – "समुद्रको होस् वा नदी र तलाउको नै किन नहोस्, पानी पानी नै हो र त्यो बल्न सक्तैन। बरू पानीले त आगोलाई निभाइ पो दिन्छ।" तिम्रो यस्तो भनाइ सही त हो, तर पूरै चाहिं होइन।

सही हो – पानी आफै बल्दैन। परन्तु कुन कुरा रोचक छ भने पानी यस्ता तत्वहरू मिलेर बनेको हुन्छ जसमध्ये एउटा तत्व निकै राम्रोसंग बल्छ भने अर्को चाहिं तत्वले त्यस जलनलाई ज्यादै राम्रो सघाउ पुर्‍याउँछ। यी दुई तत्व हुन् – अक्सिजन र हाइड्रोजन। परन्तु कुरा यत्तिकैमा समाप्त हुँदैन। "सामान्य" हाइड्रोजनहरूमध्ये कहिलेकाहीं यस्ता व्यूहाणुहरू पनि भेट्टिन्छन् जुन सामान्यभन्दा दुई गुणा बढी वजनदार हुन्छन्। त्यस्ता हाइड्रोजनलाई भारी हाइड्रोजन अथवा डूटीरियम भन्छन्। ऊर्जाशक्तिको प्रचूरतासम्बन्धी मानिसहरूको कल्पना यिनै व्यूहाणुहरूमा नै आधारित छ।

भारी हाइड्रोजनका दुईवटा अणुको योगबाट नयाँ तत्व अर्थात् हेलियमको नाभि उत्पन्न हुन्छ र यसबाट प्रशस्त ऊर्जा प्राप्त गर्न सकिन्छ भन्ने कुरा धेरै पहिले नै थाहा भइसकेको थियो। एक किलोग्राम डूटीरियमबाट त्यत्तिकै ऊर्जा प्राप्त हुन्छ जति एक करोड चालीस लाख किलोग्राम कोइलाबाट प्राप्त गरिन्छ। यसको लागि निश्चय नै त्यो कोइला बाल्नुपर्छ।

महासागरमा यस्तो डूटीरियम कति छ, के तिमीलाई थाहा छ? त्यसको भण्डार मानवजातिको लागि पचास अरब वर्षसम्म पर्याप्त हुन्छ।

परन्तु दुई नाभिको यौगिक तयार पार्नु गाह्रो हुन्छ। यसको निम्ति डूटीरियमलाई बीस करोड डिग्री सेन्टिग्रेट अर्थात् सूर्यको तापक्रमसम्म तताउनुपर्ने हुन्छ! यस्तो तापक्रममा मात्र डूटीरियमका नाभिहरू जोडिन्छन् र तिनमा सन्निहित ऊर्जाशक्ति प्राप्त गर्न सकिन्छ।

यस किसिमको प्रचण्ड तापमा प्रकृतिमा भएको जुनसुकै कुरा पनि बाफ बन्छ

र ग्यास प्लाज्मामा परिणत हुन्छ। के त यस्तो अवस्थामा ड्यूटीरियम जुन संयन्त्रमा तताइन्छ के त्यो पनि ग्यासमा परिवर्तित हुन्छ त? निश्चय! त्यसो हो भने त केही पनि प्राप्त गर्न सकिन्न नि? तर भाग्यवश कुरा यस्तो हुँदैन।

कुरा के त भने व्यूहाणुहरू र तत्वहरूका कणहरूको सम्मिश्रण अर्थात् एलेक्ट्रोन, न्यूट्रन र नाभिका टुक्राहरू तथा पूरै आणविक नाभिहरूबाट प्लाज्मा बनेको हुन्छ। यी सबै तत्वहरूमा विद्युतीय प्रभार सन्निहित हुन्छ। वैज्ञानिकहरूले यसैको उपयोग गरे। उनीहरूले प्लाज्मालाई चुम्बकीय क्षेत्रमा "पोको पार्ने" निर्णय लिए।

चुम्बकीय क्षेत्र भनेको के हो? छोटकरीमा यसको व्याख्या गर्न सकिन्न।... तैपनि हामी प्रयास गर्छौं।

तिमीले एकपल्ट मात्र भए पनि हातमा चुम्बक त लिएकै हुनुपर्छ। चुम्बक यस्तो फलामको टुक्रा हो जसले कीला, आल्पिन, हुक आदि फलामबाट बनेका जुनसुकै खत्र्याकखुत्रुक पनि आफूतर्फ तान्छ।... त्यो आफै पनि फलाममा बलियोसित "टाँस्सिन्छ"।

कैयौं किताबहरूमा, जुन तिमीले पढिसकेका छौ वा छिटै नै पढ्नेछौ, चुम्बक र फलामका कणहरूसित सम्बन्धित प्रयोगहरूको व्याख्या गरिएको छ। बाक्लो कागजको पट्टामाथि एक मुठी फलामका कणहरू राखिदेऊ! अनि त्यस पट्टामुन्तिर चुम्बकले बिस्तारै ठक्कर देऊ! चटकमा जस्तै फलामका कणहरू छ्याल्लब्याल्ल हुनेछन् र त्यहाँ ती कणहरूको क्रमबद्ध र स्पष्ट वृत्तहरू देखापर्नेछन्। निश्चय नै यसमा चमत्कार केही पनि छैन। खालि फलामका कणहरू **चुम्बकीय क्षेत्रबाट** प्रभावित भएका हुन् र त्यसको **आकर्षण-शक्तिका रेखाहरूकै** हाराहारी ती पंक्तिबद्ध हुन गएका हुन्।

चुम्बकको वरिपरि आकर्षण-शक्तिका रेखाहरूको अस्तित्व सदैव नै हुन्छ, चाहे फलामका कणहरू रहुन् वा नरहुन्! फलामका कणहरूले त ती रेखाहरूलाई "दृष्टि-गोचर" मात्र तुल्याइदिन्छन्, ठीक त्यसै गरी जसरी फोटोग्राफरले फोटोकागजमा कसैको फोटो उतार्छ। आकर्षण-शक्तिका रेखाहरूको यसै जालले विद्युतीय प्रभारले ग्रस्त प्रत्येक व्यूहाणुलाई निश्चित पथबाट चल्न लगाउँछ अर्थात् त्यसलाई जथाभावी उड्न दिंदैन। उडिरहने प्लाज्मालाई चुम्बकीय क्षेत्रले एउटा मसीनो सूत्रमा संकेन्द्रित गरिदिन्छ। यसरी त्यो सूत्रदेखि संयन्त्रको भित्तासम्म बीचमा खोक्रो रहन्छ। यसरी संयन्त्रका भित्ताहरू ज्यूँकात्यूँ नै रहन जान्छन्।

चुम्बकले अर्को एउटा उपयोगी काम पनि गर्छ। नाभिहरूको एकीकरण वा

"संयोजन" गर्न तिनको परिमाण पनि प्रशस्तै हुनुपर्छ। त्यतिखेर तिनीहरूले एक दोस्रालाई सहजै भेट्टाउन सक्छन्। चुम्बकीय क्षेत्रले एकै ठाउँमा "नाभिहरूको थुप्रो लगाइदिन्छ" र ढीलो वा चाँडो तिनीहरू आपसमा भेट्छन्, एकाकार हुन पुग्छन् र ऊर्जा पनि उत्पन्न गर्छन्। परन्तु ...

यो सब अभिलाषाको कुरा रहन गएको छ। अझसम्म पृथ्वीमा कसैले पनि डूटीरियमलाई आवश्यक तापक्रमसम्म तताउन र त्यसबाट ऊर्जा प्राप्त गर्न सकेको छैन। हुन त सोभियत वैज्ञानिकहरूले संयन्त्रहरूको एउटा पूरै शृङ्खला तैयार पारेका छन् जसले "तोकामाक" भन्ने नाउँ पाएको छ। यस्तो "तोकामाकको" पछिल्लो नमूनाले दुई करोड डिग्री सेन्टिग्रेट तापक्रम उत्पन्न गर्न सक्छ। यो आवश्यक तापक्रम-भन्दा दस गुणा मात्र कम हो! अहिलेसम्म "तोकामाकहरू" आफूले उत्पन्न गर्ने ऊर्जाभन्दा बढी ऊर्जा हजम गर्छन्। जे भए तापनि अनुसन्धान र खोजकार्य जारी राख्नु जरूरी छ।

प्लाज्मालाई वशमा राख्नु सजिलो हुँदैन। त्यसले चुम्बकीय क्षेत्रमा कुनै न कुनै सानोतिनो भाँजो पत्ता लगाउने खूब प्रयत्न गर्छ र यस्तो भाँजो भेट्टाउनेबित्तिकै वेगसित बाहिर निस्किहाल्छ। जसको निम्ति चुम्बकीय "जाली" बनाइएको थियो ती डूटीरियमका नाभिहरू चारैतिर उडेर जान्छन् र फेरि सबै कुरा शुरूदेखि नै दोहोऱ्याउनु-पर्ने हुन्छ।

यसै कारण वैज्ञानिकहरूले आणविक नाभिबाट ऊर्जा प्राप्त गर्ने अर्कै तरीकाहरू खोज्न थालेका छन्। उदाहरणको लागि भनौं, डूटीरियमका अणुहरूसहितको कडा पानीको एक सानो थोपालाई चिस्याइन्छ। यसरी आलपिनको टाउको जत्रै एउटा असीनाको कण प्राप्त हुन्छ। त्यस कणमा लैजर किरण पठाइन्छ। लैजर भनेको स्फटिक अथवा ग्यासको नली हो जसले अति शक्तिशाली ज्योतिपुञ्जद्वारा "प्रहार गर्छन्"। ज्योतिपुञ्जको "प्रहारद्वारा" असीनाको कण अति उच्च तापक्रमसम्म तात्छ। त्यसमा रहेका डूटीरियमका नाभिहरू जोडिन थाल्छन् र ऊर्जा उत्पन्न हुन्छ। सानोतिनो विष्फोट नै हुन्छ। त्यसपछि लैजर किरणले अर्को तारोमा प्रहार गरिन्छ। यो क्रम फेरि दोहोऱ्याइन्छ। ... एकपछि अर्को "विष्फोट" हुन्छ। प्रत्येक विष्फोटबाट थोरै मात्र ऊर्जा प्राप्त हुन्छ तर सबैले मिलेर ...। वैज्ञानिकहरूले गणना गरेअनुसार प्रचुर मात्रामा ऊर्जा पैदा गर्न नाभिकीय इन्धनसहितका कम्तीमा पनि बीसवटा गुच्चामा प्रतिसेकेण्ड "विष्फोट गर्नु" जरूरी हुन्छ।

यस्ता गुच्चाहरूले उत्पन्न गर्ने तापले तरल लिथियमलाई तताउँछ। लिथियम एक प्रकारको धातु हो। लिथियमले पानीलाई त्यो तातो प्रदान गर्छ। कडा पानीलाई होइन, बरू सामान्य पानीलाई। त्यो पानी बाफमा परिणत हुन्छ र बाफ टर्बाइनतर्फ पठाइन्छ।

अति उच्च तापक्रमले गर्दा (२० करोड डिग्री सेन्टिग्रेट – ठट्टा होइन!) नाभिहरूको जुन संयोजन हुन जान्छ त्यसलाई तापाणविक प्रक्रिया (ल्याटिनमा THERMO को अर्थ हुन्छ – ताप अर्थात् न्यानो) भनिन्छ।

पृथ्वीमा त होइन तर अन्यत्र प्रकृतिमा चाहिं यस्तो प्रक्रिया ज्यादै सामान्य कुरा हो। आफू मानिस हौं भन्ने थाहा पाउनुभन्दा पहिले नै मानिसहरूले तापाणविक ऊर्जाको उपयोग गर्नेगरेका थिए। हाम्रो शिरमाथि अरबौंअरब वर्षदेखि तापाणविक रिएक्टर भुण्डिएको छ। त्यो हो – हामी सबैको निम्ति परिचित र प्रिय हाम्रो सूर्य!

सूर्यको गर्भमा अरबौंअरब वर्षदेखि निरवच्छिन्न रूपले तापाणविक प्रक्रिया चलिरहेको छ। सुदूर अतीतका यी सबै वर्षहरूमा पृथ्वीमा ऊर्जाको शक्तिशाली प्रवाह परिरहेको छ।

आकाशभरि नै यस्तै प्राकृतिक तापाणविक रिएक्टरहरू अर्थात् ताराहरू यत्रतत्र रहेका छन्। सत्य हो, ती कति टाढा छन् भने तिनको ऊर्जा हामीकहाँसम्म आइ नै पुग्दैन र असीमित अन्तरिक्षमा विलीन हुन्छ।

प्रचूर ऊर्जाको लागि मात्र तापाणविक प्रक्रिया राम्रो कुरा होइन। त्यसको दोस्रो महत्त्वपूर्ण चरित्र हो – शुद्धता।

तापाणविक ऊर्जालाई नै निकट भविष्यमा बिजुलीमा परिवर्तित गरिनेछ। हुन त यस्ता विद्युत्केन्द्रहरूको नामको समेत अझै अत्तोपत्तो छैन किन्तु ती निश्चय नै अस्तित्वमा आउनेछन्। हामीले अब धेरै लामो समयसम्म तिनको प्रतीक्षा गर्नुपरोइन।

* * *

अर्को एउटा रोचक र महत्त्वपूर्ण योजना पनि हाइड्रोजनसित सम्बन्धित छ। पेट्रोलको सट्टा हाइड्रोजनको प्रयोग गर्ने विचार गरिएको छ। यसको कम्तीमा पनि दुई कारणहरू छन्।

पहिलो कारण त तिमीलाई थाहै छ। इन्जीनहरूमा पेट्रोल बाल्नु ज्यादै खर्चिलो

हुन्छ। खनिजतेल (अर्थात् पेट्रोल) बाल्नु भनेको दाउराको सट्टा नोटको बीटाले चूल्हो तताउनु जस्तै हो भन्ने महान् रूसी रसायनशास्त्री दिमित्री इभानोभिच मेन्देलेयेभको कथन थियो। यो एकदमै सत्य कुरा हो। आज यो झन् तडकारो रूपमा छर्लङ्ग हुन गएको छ। खनिजतेलबाट हजारौं थरीका उपयोगी वस्तुहरू प्राप्त हुन सक्ने कुरा हामीले माथि बताइसकेका छौं। कपडा र औषधिहरूदेखि लिएर खानामा प्रयोग हुन सक्ने र स्वादिलो क्याभियरसम्म। तर अहिले हामी त्यसलाई प्रशोधन गरेर पेट्रोल, मट्टीतेल र डिजेल मात्र प्राप्त गर्छौं। यसरी सम्भावित कमीज, कोट, पाइन्ट, मेशिनका पार्टपूर्जा, औषधि र खानेकुरा जलाइदिनेगर्छौं।

दोस्रो कारण: इन्धनको रूपमा तेलको प्रयोग गर्दा जलेर बाँकी रहन जाने कसिङ्गरले हाम्रो पृथ्वीको वायुमण्डल दूषित पार्छ भन्ने कुरा आज प्रष्ट भइसकेको छ। जतिञ्जेलसम्म हामी तेल जलाउँदैरहनेछौं त्यसैअनुसार हावाको दूषितीकरण पनि बढ्दैजानेछ। प्रत्येक मोटरकारले एक वर्षको कार्यकालमा एक टन ज्यादै अहितकर पदार्थ फ्याँकेर हावा दूषित पार्छ। त्यसले प्रकृतिलाई ज्यादै नोक्सान पुऱ्याउँछ, सूर्यको किरणलाई रोकिदिन्छ र ठूल्ठूला शहरहरूको हावा दूषित तुल्याउँछ।

आज संसारभरिका सडकहरूमा पच्चीस करोडभन्दा बढी मोटरहरू दगुर्छन्, आकाशमा लाखौं हवाईजहाजहरू उड्छन्, समुद्रहरूमा हजारौं जहाजहरू हिंड्छन्। यीमध्ये हरेक मोटर, हवाईजहाज र पानीजहाजले आकाश "दूषित" तुल्याउँछ।

परन्तु मानिसहरूसित अर्को कुनै उपाय छैन। तेल र पेट्रोल जस्तो उत्कृष्ट इन्धन अर्को केही छैन।

अहिले छैन तर सधैं यस्तै हुनेछ भन्ने यसको अर्थ होइन। हाइड्रोजन पनि इन्धनको रूपमा प्रयोगमा आउन सक्छ। हाइड्रोजन र अक्सीजनलाई मिलाउने हो भने त्यो पानीमा परिणत हुन्छ र त्यसले तापसमेत उत्पन्न गर्छ भन्ने कुरा त मिखाइल लोमोनोसोभलाई* पनि थाहा थियो।

वैज्ञानिक र इन्जीनियरहरूले यसै कुरामा अभिरूचि लिए। हाइड्रोजन अति महत्त्वपूर्ण इन्धन हुन सक्छ भन्ने धेरैको विचार छ। पहिलो कुरा त के भने समुद्रहरू र महासागरहरूमा पानीको विपुल भण्डार मौजूद छ। दोस्रो कुरा—हाइड्रोजन जलेर

---

* लोमोनोसोभ, मिखाइल भासील्येभिच (सन् १७११–१७६५)—प्रसिद्ध रूसी वैज्ञानिक, विख्यात कवि, चित्रकार एवं इतिहासविद्।—अनु०

पनि कतै बिलाउँदैन। अक्सीजनसित मिलेर त्यो पानीमा परिणत हुन्छ। तसर्थ नै हाइड्रोजन अति नै "शुद्ध" इन्धन हो। "हाइड्रोजन" इन्जीनको निकास-नलीबाट कुनै हानिनोक्सान नपुऱ्याउने बाफ मात्र निस्कन्छ।

यातायातको जुनसुकै साधनमा, उद्योगव्यवसायमा, घर तताउनमा र बिजुली पैदा गर्नमा हाइड्रोजनको प्रयोग इन्धनको रूपमा गर्न सकिन्छ।

अहिले खनिजतेलबाट नै रासायनिक प्रक्रियाद्वारा हाइड्रोजन उपलब्ध गरिन्छ। यो प्रक्रिया ज्यादै महँगो छ र हाइड्रोजन पनि थोरै मात्र प्राप्त हुन्छ। परन्तु अर्को "विद्युतीय" प्रक्रिया पनि छ। त्यसलाई विद्युद्विच्छेदन भन्छन्।

बिजुलीको शक्तिशाली करेन्ट पानीबाट पार गराइन्छ। त्यसले पानीलाई हाइड्रोजन र अन्य तत्वहरूमा विभाजित गरिदिन्छ। हाइड्रोजन ज्यादै हलुका ग्यास हो। त्यो माथितिर उठ्छ र पानीबाट बाहिर "भाग्न खोज्छ"। त्यसै वेला नै त्यो ग्यास "पक्राउमा पर्छ" र टङ्कीमा भरिन्छ।

विद्युद्विच्छेदनको लागि प्रशस्त बिजुली चाहिन्छ। त्यसैले गर्दा प्रचूर मात्रामा विद्युतीय ऊर्जा हामीसित भएको खण्डमा मात्र हामी वास्तवमा हाइड्रोजन उत्पादन गर्न सक्छौं। पृथ्वीमा आणविक तथा तापाणविक विद्युत्केन्द्रहरूले राम्रोसित काम गर्न थालेपछि त चाहिंदो मात्रामा बिजुली उपलब्ध हुनेछ।

त्यस वेला यस्तो श्रृङ्खला देखापर्नेछ: नाभिकीय प्रतिक्रिया – बिजुली – विद्युद्विच्छेदन – हाइड्रोजन अर्थात् इन्जीनको लागि इन्धन।

कार्यरत अवस्थामा यो श्रृङ्खलाको रूप कस्तो हुनेछ भन्ने पनि इन्जीनियरहरूले अनुमान लगाइसकेका छन्। महासागरहरूमा र समुद्रहरूमा तैरिरहने आणविक विद्युत्केन्द्रहरू बनाइनेछन्। तिनबाट उपलब्ध हुने बिजुली हाइड्रोजनको उत्पादनमा उपयोग गरिनेछ। यसरी प्राप्त हुने हाइड्रोजन नलीहरूद्वारा पृथ्वीको स्थलभागमा पुऱ्याइनेछ। कारखानाहरूमा यस हलुका ग्यासलाई तरलमा रूपान्तरण गरिनेछ र नलीहरूद्वारा वा टङ्कीहरूमा भरेर आवश्यक ठाउँहरूमा पठाइनेछ।

तर यो काम उति सहज छैन। कोठामा हुने जति न्यानोले गर्दा पनि तरल हाइड्रोजन बाफ बनिहाल्छ। तसर्थ तरल हाइड्रोजन राखिने टङ्कीलाई जब्बरसित बन्द गर्नुपर्छ। परन्तु यस्तो अवस्थामा बिर्कोमुनि छिटै नै प्रशस्त मात्रामा हाइड्रोजनको बाफ जम्मा हुन्छ र टङ्की फुट्छ। यसैउसले हाइड्रोजन खुला टङ्कीहरूमा सुरक्षित राखिन्छ। रहस्य के हो भने ती टङ्कीहरू त्यत्तिकै हदसम्म "खुला" हुन्छन् जसले

गर्दा फुट्न पाउँदैनन् र हाइड्रोजन पनि ज्यादै कम मात्रामा खेर जान्छ। यस्तो चुहावट पनि सकभर कम होस् भन्नाखातिर हाइड्रोजनलाई खूब चिसो पार्नुपर्छ अर्थात् ऋण दुई सयदेखि अढाई सय डिग्री सेन्टिग्रेटसम्म चिस्याइन्छ। स्पष्ट नै छ, यस्ता "थर्मसहरू" बनाउनु सजिलो हुँदैन। खास गरी मोटरकारहरूमा तिनको आकार पेट्रोलको साधारण टङ्कीभन्दा ठूलो हुनुहुँदैन।

* * *

ल, अब एकपल्ट पछिल्तिर फर्केर हेरौं! हामीले थाहा पाइसकेका कुराहरूको सम्झना गरौं र कुनै निश्चित् निष्कर्षहरू पनि निकालौं!

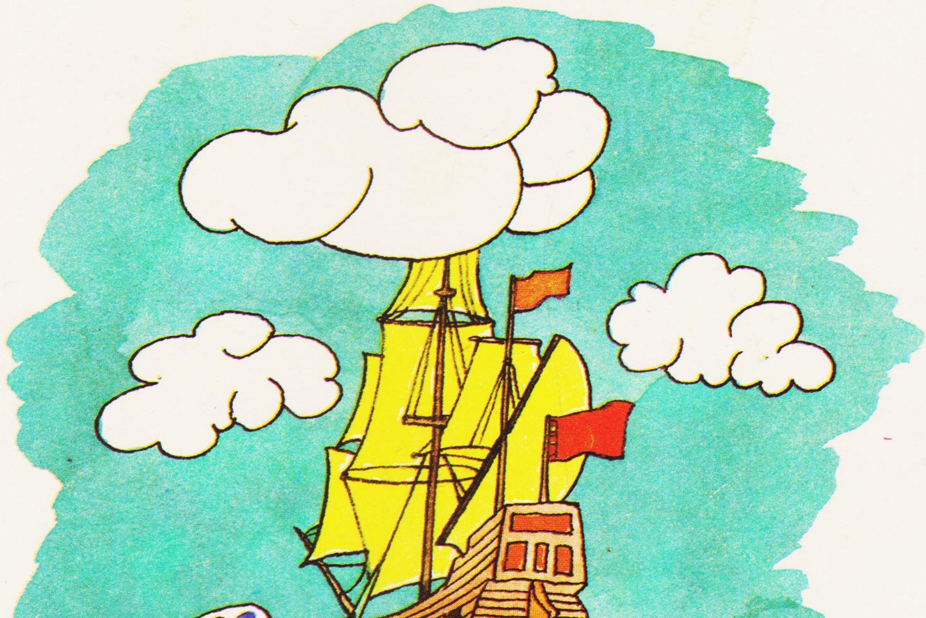
ऊर्जा प्राप्त गर्ने दुई तरीकाहरूबारे हामीलाई थाहा भएको छ।

पहिलो तरीकाको आधार हो – इन्धन। त्यसमा **रासायनिक** ऊर्जा सन्निहित हुन्छ। इन्धन बालेर हामी यस रासायनिक ऊर्जालाई **तापीय** ऊर्जामा रूपान्तरण गर्छौं। इन्धनमा आधारित ऊर्जा प्राप्त गर्ने तरीका नै आजको मुख्य तरीका हो।

दोस्रो तरीकाको आधार हो – आणविक नाभि। त्यो **आणविक** अथवा **नाभिकीय** ऊर्जाको भण्डार हो। परमाणुनाभिलाई विच्छेद गरेर पनि हामी नाभिकीय ऊर्जालाई **तापीय** ऊर्जामै रूपान्तरित गर्छौं। निकट भविष्यमा नै हामी परमाणुनाभिहरूको संयोजनबाट ताप उपलब्ध गर्नेछौं। ऊर्जा उत्पन्न गर्ने नाभिकीय तरीका आजको प्रमुख तरीका होइन। परन्तु भविष्यमा यो तरीका नै प्रमुख बन्न पुग्नेछ।

उपरोक्त दुवै तरीकाहरूको अनिवार्य कडी हो – तातो अर्थात् **तापीय ऊर्जा।** न्यानो बेगर मानिसहरू काम चलाउन सक्तैनन्, न त इन्धनमा आधारित र परमाणु-नाभिमा आधारित तापबेगर नै कहिल्यै उनीहरूको काम चल्न सक्ला।...

तर यी दुई तरीकाहरूबाहेक मानवजातिसमक्ष ऊर्जाका अन्य स्रोतहरू पनि मौजूद छन् अर्थात् अरू नै तरीकाबाट पनि ऊर्जा पाउन सकिन्छ। कुनै तरीकाहरू मानिसहरूले धेरै पहिलेदेखि नै उपयोग गर्नेगरेका थिए भने कुनै तरीकाहरू चाहिं भर्खरै मात्र पत्ता लगाइएका छन्।



पानीमा सन्निहित ऊर्जाको उपयोग हामी कसरी गर्छौं ?

तिमीले शायद देखेकै होऔला। पाटाहरू ठोकिएको काठको एउटा पाङ्ग्रोमा काठकै ढ्वाङबाट पानीको प्रवाह हुर्रिएर झर्छ। त्यसले पाङ्ग्रा फनफन घुमाइदिन्छ र एउटा च्याप्टो ढुङ्गाको ठूलो जाँतो पनि घुम्छ। त्यस जाँतोको माझमा प्वाल पारिएको हुन्छ। त्यसै प्वालबाट अन्नका गेडाहरू हालिन्छन्। आधारको रूपमा स्थिर रहने अर्को च्याप्टो ढुङ्गोमाथि घुम्दै त्यो जाँतोले अन्नका गेडाहरूलाई पिंधेर पीठो बनाइदिन्छ। अनि फुर्फुर झरिरहने पीठोले धोक्रो भरिन्छ। यो यस्तो प्रसिद्ध पानीघट्ट हो जसले युगानुयुगदेखि मानवजातिलाई "ख्वाउनेगरेको छ"।

अथवा भनौं! पानीले चल्ने पाङ्ग्राबाट काठको एउटा मोटो डण्डी निस्केको हुन्छ। त्यस डण्डीमा दाँतीदार पाङ्ग्राहरू जडिएका हुन्छन्। पाङ्ग्राहरूले प्वाल पार्ने बर्मालाई घुमाउँछन्, ठोक्ने घनलाई उचाल्छन् अथवा आरनमा आगो फुक्ने खलाँतीलाई चलाउँछन्। यसलाई सानोतिनो कारखाना नै भने पनि हुन्छ। यो यान्त्रिक ज्यासल हो।

पानीघट्टमा अन्नका गेडाहरू पिंधिन्थ्यो। ज्यासलमा पालदार जहाजहरूको लागि लङ्गूर अथवा घोडाको खुरको लागि नालहरू बनाइन्थे। यस्ता "कारखानाहरूमा" विभिन्न प्रकारका कामहरू गरिन्थे र त्यहाँ थरी-थरीका यन्त्रहरू काम गर्थे। यी सबै कामहरूको लागि चाहिने ऊर्जा अर्थात् शक्तिको स्रोत चाहिं एउटै थियो – पानी।

पानीको शक्ति त्यसको प्रवाहमा सन्निहित हुन्छ। स्थिर पानीले कुनै पाङ्ग्रा चलाउन सकिंदैन, चाहे हामी जतिसुकै प्रयत्न किन नगरौं!

के पनि भन्दिइहालौं भने यो कुरा सधैं यसरी बुझिएको थिएन। मध्ययुगतिर भेनिसमा त यस्तो एउटा विशेष पोखरी समेत बनाइएको थियो जहाँ नाना थरीका यन्त्रहरूको प्रतियोगिता सम्पन्न गरिन्थ्यो। यन्त्रहरूको मद्दतले स्थिर पानीलाई पनि काम गर्न लगाउने प्रचेष्टा गरिएको थियो। निश्चय नै यसमा सफलता पाउन सकिएन। विभिन्न कारणहरू देखाएर खोजकर्ताहरू आफ्ना विफलताहरूको व्याख्या गर्थे। कोही विफलताको कारण पानी असाध्य चिसो हुनु नै हो भन्ठान्थे भने कोही चाहिं घाम ज्यादै चर्को लागेको कुरा गर्थे। परन्तु मुख्य कारण भने अर्कै थियो – पानी नबग्नु।...

हाम्रा नदीनालाहरू कहाँबाट कतातिर बग्छन्? पानी माथिबाट तल्तिर बग्छ।

पहाडहरूबाट बग्दै नदीनालाहरू समथरमा पुग्छन् र अन्त्यमा समुद्रमा झर्छन्। तिनलाई यसरी बग्न कुन कुराले वाध्य गराउँछ? कुन शक्तिले पानीको रासलाई सैयौं र हजारौं किलोमीटर बग्न लगाएर दूरवर्ती समुद्रहरू र महासागरहरूसम्म पुऱ्याउँछ? यस प्रश्नको उत्तर सर्ववीदितै छ। त्यो शक्ति हो – गुरूत्वाकर्षण। यसैले गर्दा त गिलास घोप्टिएर पोखिने पानी सधैं भुइँमा नै पर्छ।

माथिबाट आफै तल्तिर बग्ने पानी माथि पहाडहरूमा कसरी उक्लन्छ त? कस्तो शक्तिशाली पम्पले त्यसलाई "माथि फाल्छ"? त्यो पम्प हो – सूर्य।

सूर्यको किरणले ढुङ्गा, माटो र झारपातलाई मात्र तताउँदैन। त्यसले महासागरहरू, समुद्रहरू र तालतलैयाहरूको पानी पनि तताउँछ। पानीको बाफ निकै माथि आकाशमा पुग्छ। यसरी हरेक मिनेटमा अरबौं टन पानी बाफ बनेर उड्छ। त्यो बाफ जब हावाको चिसो तहसम्म उक्लन्छ त्यतिखेर त्यो फेरि पानीमा नै परिणत हुन्छ। पानीका थोपाहरू तल जमीनतिर झरीको रूपमा वा हिउँको रूपमा खस्छन्। यसरी पृथ्वीको सतहमा खोलानालाहरू बग्न थाल्छन् र पानी कतै वेगले त कतै बिस्तारै बग्दै फेरि समुद्रमा नै पुग्छ। यो क्रम चलिरहन्छ।...

प्रकृतिमा पानीको यस्तो विराट् गतिलाई जल-परिभ्रमण भन्छन्।

हजारौं वर्षपहिले झैं आज पनि पानीले मानिसको सेवा गरिरहेको छ। सत्य हो, अहिले त्यसले घट्टमा जाँतो मात्र घुमाउँदैन, न त आरनमा खलाँतीले आगो फुक्नमा नै त्यो सीमित छ। हाल बिजुली पैदा गर्नु नै पानीको मुख्य पेशा बनेको छ।

बाँध बनाएर नदीको प्रवाह रोकिन्छ। बाँधमा कैयौं ठाउँमा नली जस्ता प्वालहरू रहेका हुन्छन् जसमा ठूल्ठूला घोप्टे ढकनीहरू पनि जडिएका हुन्छन्। हरेक प्वालमा पाटादार पाङ्ग्रो पनि राखिएको हुन्छ जसलाई हाईड्रलिक अर्थात् वाटर टर्बाइन भन्छन्। एउटा डण्डीले टर्बाइनलाई विद्युत् जेनरेटरसित जोडिएको हुन्छ।

बाँधको छेकारोले नदीको बाटो छेकिदिएपछि पानी माथि चढ्छ। पानी जति-जति माथि भरिंदैजान्छ त्यसैअनुसार त्यसमा शक्ति पनि संचित हुँदैजान्छ। जब बाँधको प्वालमा रहेको घोप्टे ढकनी खुल्छ, पानी वेगले टर्बाइनतर्फ बग्न थाल्छ र निकै जोडले त्यसका पाटाहरूमा ठक्कर दिन पुग्छ। टर्बाइन घुम्न लाग्छ। त्यसको साथसाथै विद्युत् जेनरेटर पनि घुम्छ र बिजुलीको करेन्ट पैदा हुन्छ।

बाँध, टर्बाइन र जेनरेटरहरूको समुच्चयलाई **जलविद्युत्केन्द्र** वा **बिजुलीघर** भन्छन्।

सोभियत संघमा प्रशस्त पानी भएका ठूल्ठूला नदीहरू धेरै छन्। सोभियत संघको यूरोपेली हिस्सामा बग्ने के भोल्गा, के नीपर, के कामा सबै ठूल्ठूला नदीहरूबाट बिजुली उत्पादन हुन थालिसकेको छ। भोल्गा नदीमा मात्रै पनि जल-विद्युत्केन्द्रहरूको श्रृङ्खला नै बनिसकेको छ। (नदीमा लहरै एकपछि अर्को जल-विद्युत्केन्द्रको श्रृङ्खलालाई CASCADE भन्छन्।) नीपर नदीमा पनि कैयन् जल-विद्युत्केन्द्रहरू बनेका छन्।

साइबेरियाका नदीहरूमा भने अझै उपयोग गर्न बाँकी ऊर्जा प्रशस्त छ। त्यसै कारण त त्यहाँ बग्ने विशाल नदीहरू जति शक्तिशाली छन् त्यस्तै भीमकाय जलविद्युत्केन्द्रहरू पनि बनाइँदैछन्। साइबेरियाको सबभन्दा ठूलो जलविद्युत्केन्द्र हो – सायानो-शुशेन्स्कोये जलविद्युत्केन्द्र जुन येनिसेइ नदीमा बनाइएको छ। त्यसको लागि भिरालो पाखो परेको एक गहिरो खोंचलाई रोजिएको थियो। अग्लो कन्क्रीटको बाँधले येनिसेइ नदीको प्रवाह छेकिदियो। बाँधमा दसवटा जलसंयन्त्रहरू जडिएका छन्। विद्युत् जेनरेटरसहित-को हाइड्रोटर्बाइनलाई जलसंयन्त्र भन्छन्।

जलविद्युत्केन्द्रको निर्माणमा निकै ठूलो रकम खर्च हुन्छ। परन्तु त्यसबाट प्राप्त गरिने ऊर्जा ज्यादै सस्तो पर्न आउँछ। कारण पानीमा सन्निहित ऊर्जाको स्रोत हो – "सित्तैमा पाइने" घाम। हामीले सूर्यलाई "पम्पसित" दाँजेर माथि जुन बयान गरेका थियौं त्यो त तिमीलाई सम्झना नै होला। हैन त ?

जे होस्, सूर्यबाट मात्रै पानीले ऊर्जा प्राप्त गर्दैन। "रातमा उदाउने सूर्य" अर्थात् हाम्रो चन्द्रमाबाट पनि पानीले ऊर्जा प्राप्त गर्दो रहेछ। निश्चय नै पनि चन्द्रमाले पानी तताउन्न, न त चन्द्रज्योतिले बाफ नै माथि आकाशमा तान्छ। चन्द्रमाले आफ्नो गुरूत्वाकर्षण शक्तिले काम गर्छ।

सबै आकाशीय पिण्डहरूको गुरूत्वाकर्षण शक्ति हुन्छ भन्ने त सर्वविदितै छ। त्यस्तो पिण्डको वजन अर्थात्, वस्तुतः त्यसको सघनतामा गुरूत्वाकर्षण शक्ति निर्भर रहन्छ। पिण्डको सघनता जति ठूलो हुन्छ त्यत्तिकै जोडसित त्यसले आफ्नो वरिपरिका सारा वस्तुहरूलाई आफूतिर तान्छ। एक अर्काबाट ती जति टाढा रहन्छन् त्यसैअनुरूप गुरूत्वाकर्षण शक्ति क्षीण हुँदैजान्छ भने जति नजीक हुन्छन् त्यत्ति नै शक्ति पनि बढ्छ।

हाम्रो सबभन्दा नजीकमा पर्ने छिमेकी उपग्रह हुनाले चन्द्रमाले पृथ्वी र त्यसमा रहेका समस्त कुराहरूलाई निकै जोडले आफूतिर "तान्छ"। चन्द्रमा एकै ठाउँमा अडिएको हुँदैन, त्यसले पृथ्वीवरिपरि परिक्रमा गर्छ। यसरी आफ्नो यात्रापथमा पर्ने तलका वस्तुहरूलाई "उचाल्छ"। पृथ्वीको स्थलभागमा त यसको चाल पाइँदैन तर

महासागरहरूमा चाहिं यसले निकै ठूलो लहर नै चलाइदिन्छ। दिनको दुईपल्ट निश्चित समयमा सम्पूर्ण समुद्रहरू र महासागरहरूमा त्यो लहर दगुर्छ। पानीको ठूलो छाल बिस्तारै माथि उठ्छ र त्यसरी नै बिस्तारै साम्य पनि हुन्छ। समुद्रतटमा चाहिं ज्वारभाटा चलेको देखिन्छ।

"चन्द्रजन्य" लहरहरूमा ऊर्जाको विपुल मात्रा सन्निहित हुन्छ। संसारका सबै जलविद्युत्केन्द्रहरूबाट उत्पादन गरिनेभन्दा पनि त्यो ऊर्जा सय गुणा बढी छ। सत्य हो, महासागरहरूको असीम क्षेत्रमा छरिएको त्यो ऊर्जा पक्रनु असम्भव हुन्छ। प्रशान्त महासागरको माझमा जलविद्युत्केन्द्र बनाउन सकिंदैन क्यारे! परन्तु कतै-कतै "अलिकति" ऊर्जा भने पक्रन सकिएको छ।

यो ऊर्जा "पक्रन" यसो गर्नुपर्छ। कतै साँगुरो मुख भएको खाडी खोजिन्छ। त्यस मुखलाई पनि बाँध बनाएर टन्न थुनिन्छ। त्यसै बाँधमा टर्बाइनहरू र जेनरेटरहरू जडिन्छन्। ज्वारभाटा चल्दा नलीबाट पानी टर्बाइनहरूतर्फ बग्छ र त्यसैले टर्बाइनहरूलाई चलाउँछ पनि।

सामान्यतया पानी तीन-चार मीटरसम्म माथि उठ्छ। तर यस्ता ठाउँहरू पनि हुन्छन् जहाँ ज्वारभाटाको छाल पूरै घर जति अग्लो भएर उर्लन्छ। छाल जति अग्लो हुन्छ त्यत्तिकै जोडले टर्बाइनका पाटाहरूमा त्यसले प्रहार गर्छ र यसले गर्दा बढी ऊर्जा उत्पन्न हुन्छ। सोभियत वैज्ञानिकहरूको के अनुमान छ भने ओखोत्स्क सागरको उत्तरी "कुना" जहाँनेर पेन्झिना नदी खस्छ त्यसै ठाउँमा ज्वारभाटाले चल्ने शक्तिशाली विद्युत्केन्द्र निर्माण गर्न सकिन्छ।

फ्रान्स र सोभियत संघमा समुद्रहरू तथा महासागरहरूका किनाराहरूमा पहिला विद्युत्केन्द्रहरू देखापरिसकेका छन्। हुन त कोल्स्की अन्तरीपमा बनाइएको यस्तो विद्युत्केन्द्रको क्षमता उति ठूलो छैन। परन्तु सोभियत वैज्ञानिकहरू र इन्जीनियरहरूले पूर्वी एवं उत्तरी समुद्रतटहरूमा ज्वारभाटामा आधारित विद्युत्केन्द्रहरूका नयाँ आयोजनाहरू तैयार पार्न थालिसकेका छन्। तिनबाट सोभियत संघका उत्तरी र पूर्वी अञ्चलहरूले ऊर्जा प्राप्त गर्नेछन्। यी इलाकाहरूमा वर्षानुवर्ष बढीभन्दा बढी ऊर्जाको आवश्यकता हुनेछ।

स्थिर पानीबाट काम लिन खोज्ने मध्ययुगीन यन्त्रविद्हरूको बारेमा हामीले माथि चर्चा गरेका थियौं। तिमीलाई सम्झना छ के? कसरी र किन उनीहरूले सफलता पाउन सकेनन्? अँ, हालसालै मात्र पनि सोभियत वैज्ञानिकहरूले झण्डै यस्तै कुरा सोचेका थिए।

अजङ्को एउटा ढ्वाङ समुद्रमा अथवा ठूलो सरोवरको पानीभित्र निकै गहिराइमा पुऱ्याइन्छ। ढ्वाङ्को "छतमा" चाहिं घोप्टे बिर्कोसहितको एउटा अथवा कैयन् नलीहरू रहन्छन्। नलीहरूभित्र जलसंयन्त्रहरू जडान गरिएका हुन्छन्। घोप्टे बिर्को खुलेको छ भने नलीहरूबाट पानी ढ्वाङभित्र छिर्छ।

टर्बाइनहरूतर्फ वेगले बग्ने पानीको प्रहारले गर्दा टर्बाइनहरू घुम्न थाल्छन्। ढ्वाङ्मा पानी टन्न नभरियुन्जेल टर्बाइनहरूले काम गर्छन्। त्यसपछि जलसंयन्त्र-हरू चल्न छाड्छन्।

सधैंभरि काम नगर्ने हो भने त्यस्तो विद्युत्केन्द्रको के प्रयोजन र? प्रयोजन त नभएको होइन। बिहान जब कलकारखानाहरूमा यन्त्रहरू चलाइन्छन् र साँझ जब घर-घरमा र सडकहरूमा पनि बिजुलीबत्तीहरू बालिन्छन् अनि टेलिभिजनसेटहरू पनि खोलिन्छन्, प्रशस्त ऊर्जाको आवश्यकता हुन्छ तर राति भने थोरै मात्र ऊर्जाको उपयोग हुन्छ भन्ने कुरा धेरै पहिलेदेखि नै विद्युत्केन्द्रहरूलाई थाहा भइसकेको थियो।

बिहान र बेलुका विद्युत्केन्द्रहरूमा सारा जेनरेटरहरूले पूर्ण क्षमताअनुरूप काम गर्छन् तर पनि ऊर्जाको कमी नै रहन्छ भने राति चाहिं अधिकांश जलसंयन्त्रहरू बन्द गरिन्छन्, किनभने तिनले पैदा गर्ने ऊर्जा कसैलाई चाहिंदैन। पानीमुनि रहने विद्युत्केन्द्रहरूले गाह्रोसाह्रो परेको वेला जमीनमा रहेका विद्युत्केन्द्रहरूलाई सघाउँछन्। किन्तु यसको लागि तिनलाई दिउँसो काम गर्न तैयार पार्नुपर्छ अर्थात् ढ्वाङ्मा भरिन गएको पानी बाहिर फ्याँक्नु जरूरी हुन्छ। राति, जतिखेर विद्युत्केन्द्रहरूमा बिजुलीको छेलोखेलो हुन्छ, बिजुलीद्वारा चल्ने पम्पहरूको मद्दतले यो काम सहजै गर्न सकिन्छ। यसरी पानीमुनिका विद्युत्केन्द्रहरूलाई बिजुलीको खाँचो पर्दा गर्जो टार्ने "जगेरा" भन्न सकिन्छ।

के इन्धन र के पानी यी दुवैले स्वयं नै ऊर्जा उत्पन्न गर्दैनन् भन्ने त तिमीलाई अब जरूर पनि बोध भयो होला। ती त खालि सूर्यको ऊर्जा "संचयकर्ता" मात्रै हुन्।

इन्धन र पानी नभए पनि काम चलाउन सकिंदैन र? सोझै सूर्यबाट ऊर्जा प्राप्त गर्न नसकिएला र? हो, यो सम्भव छ। लौ त अगाडि सुन!

सूर्यकिरणको ऊर्जा

"चम्कियोस् सूर्य सधैं!"–बालगीतमा गाइन्छ। सूर्य चम्किरहँदा, जताततै उज्यालो र न्यानो हुँदा, घाम ताप्न र पौडी खेल्न पाइँदा, रसिला स्याउ र राता स्वादिष्ट खरबुजा खाँदा निकै रमाइलो हुन्छ।

परन्तु सूर्यको प्रयोजन पारिलो घाम ताप्नमा मात्र हुँदैन। यो त यसको एउटा नगण्य काम मात्र हो। सूर्यको मुख्य काम अर्कै छ।

सौर्य ऊर्जा नै पृथ्वीमा सम्पूर्ण जीवित वस्तुहरूको मूल आधार हो। सूर्यको किरणले गर्दा नै रूखका पिपिराहरू फक्रन्छन्, फलहरूमा रस भरिन्छ, गहुँको बाला पुष्ट हुन्छ, अग्ला-अग्ला रूखहरू आकाशतर्फ हाँगा फैलाउँछन्, झारपातको हरियो गलैंचाले जमीन ढाकिन्छ।

परन्तु मरूभूमिहरूमा, जहाँ पानी हुँदैन, सूर्यको प्रचण्ड तापले बालुवा रन्केर तात्छ र ढुङ्गा समेत पटपट फुट्छ। त्यहाँ सूर्यको जीवनदायी ऊर्जा नै घातक र अनावश्यक बन्न पुग्छ।

मरूभूमिमा मात्र यस्तो "बेकम्मा" सौर्य ऊर्जा पाइने होइन। सूर्यको हरेक किरणले झार अथवा पातलाई नै कहाँ भेट्टाउँछ र! सूर्यले शहरका पीच हालिएका सडकहरूलाई र घरका छानाहरूलाई पनि तताउँछ। यस्तो "बेकम्मा" ऊर्जाको सदुपयोग गर्ने विचार मानिसहरूले धेरै पहिलेदेखि नै गर्दैआएका थिए।

मानिसहरूले नाना थरीका सौर्य उपकरणहरू बनाएका थिए। सबभन्दा सरल एउटा उपकरण हो–आइग्लास। हो, त्यही आइग्लास जुन कुनै वेला शायद तिम्रो हातमा पनि परेकै थियो होला। त्यसले सूर्यको ज्योतिलाई एकै ठाउँमा समेटेर मसिनो किरणपुञ्जमा जम्मा गर्छ र त्यसको मुन्तिर काठको टुक्रा, कागजको पाना वा तिमी चकचके छौ भने त तिम्रै पाइन्टको मोहोता समेत डढेर धुवाँ निकाल्न थाल्छ। आइ-ग्लास अर्थात् लेन्स जति ठूलो आकारको हुन्छ त्यसमा पर्ने सौर्य किरणको सियो पनि त्यत्तिकै बढी शक्तिशाली हुन्छ। पाइन्ट डढाएर प्वाल पार्न त एकदमै सानो लेन्स नै पर्याप्त हुन्छ। परन्तु पारिलो घाम लागेको दिन चियादानीमा पानी उमाल्न भने ट्र्याक्टरको पाङ्ग्रा जत्रै ठूलो आकारको लेन्स चाहिन्छ। एक बाल्टी पानी तताउन नि? एक खड्कलो पानी उमाल्न नि? निश्चय नै बडेमानका लेन्सहरू नभई हुँदैन। जे होस्, सौर्य ऊर्जा "पक्रने" यो उति राम्रो उपाय चाहिं होइन।

शायद सौर्य ब्याटरीको त तिमीले नाम सुनेकै होऔला। यस्तै ब्याटरीहरूबाट

अन्तरिक्षयानहरूले ऊर्जा प्राप्त गर्छन्। तिनको फोटो तिमीले देखेको हुन सक्छ। झ्याँजर जस्ता बुट्टादार पखेटाहरू! विशेष अर्धसंवाहक धातुबाट ती ब्याटरीहरू बनाइएका हुन्छन्। सौर्य तत्त्वहरूको प्रहारबाट तिनमा बिजुली पैदा हुन्छ।

त्यसले सामान्य ब्याटरीहरू, जस्तो कि मोटरकारमा राखिने विद्युत्संग्राहक, पनि चार्ज गर्न सकिन्छ। अन्तरिक्षयानहरूमा सदैव नै विद्युतीय ऊर्जा मौजूद रहन्छ।

सौर्य ब्याटरीहरूले अझै राम्रोसंग काम गर्नेगरेका छैनन्। संग्रहित सौर्य ऊर्जामध्ये दस खण्डको एक खण्डलाई मात्र तिनले बिजुलीमा "रूपान्तरित" गरिदिन्छन्। यसैउसले अन्तरिक्षमा मात्र तिनको उपयोग गरिन्छ जहाँ अरू कुनै पनि तरीकाले ऊर्जा प्राप्त गर्न सकिंदैन।

परन्तु सौर्य ब्याटरीहरूले अहिलेको तुलनामा तीन गुणा मात्र बढी राम्रोसंग काम गर्न थाले भने पृथ्वीमा पनि तिनको उपयोग हुन सक्छ। सम्भवतः मरूभूमिहरूमा सौर्य विद्युत्केन्द्रहरूको निर्माण गरिनेछ। सूर्यको रापले तात्तिएको बालुवालाई अर्ध-संवाहक धातुको ठूलो "कम्बलले" छोपिनेछ। सूर्यका किरणहरूले त्यसलाई आफ्नो ऊर्जा प्रदान गर्नेछन् र विजुलीको करेन्टमा परिवर्तित हुनेछन्। करेन्टलाई बिजुलीघरमा जम्मा गरेर तारको मद्दतले घरहरूमा, स्कूलहरूमा, कलकारखानाहरूमा पुऱ्याइनेछ।

हुन त सूर्यले हामीतर्फ फ्याँक्ने सम्पूर्ण ऊर्जा पृथ्वीको सतहसम्म आइ नै पुग्दैन। कारण के त भने हाम्रो पृथ्वी हावा र बादलको बाक्लो पत्रले ढाकिएको छ। त्यसैले गर्दा वैज्ञानिकहरू अन्तरिक्षमा "अर्धसंवाहक" विद्युत्केन्द्रको प्रक्षेपण गर्ने तैयारी गर्दैछन्। त्यहाँ सूर्यका किरणहरूको बाटोमा कुनै अवरोध रहँदैन। यस्तो विद्युत्केन्द्रमा उत्पादन गरिने बिजुलीलाई रेडियो-लहरको शक्तिशाली पुन्जमा परिणत गरेर पृथ्वीतर्फ पठाइनेछ। पृथ्वीमा यस्तो ज्योतिपुन्ज फेरि बिजुलीमै परिवर्तित हुनेछ।

वैज्ञानिकहरू अर्को पनि एक प्रकारको "सौर्य" परियोजनाउपर विचार गर्दैछन्। स्वयं प्रकृतिले नै त्यसको "सुझाव" दिएको छ।

बोटबिरूवाहरू र जीवजन्तुहरूको निम्ति ऊर्जाको स्रोत सूर्य नै हो भन्ने त तिमी-लाई थाहै छ। रूखका पातहरू र झारपातहरूले पनि खूब तल्लीन भएर सूर्यका किरण-हरू सोस्छन्। तिनैको ऊर्जाबाट प्रभावित भएर वनस्पतिका कोषहरूमा रहेका एक थरीका तत्वहरू अर्को थरीमा रूपान्तरित हुन्छन्। तिनमा नै ऊर्जा पनि संकेन्द्रित हुन जान्छ। तर त्यो अब सौर्य ऊर्जा नरहेर रासायनिक ऊर्जा बनिसकेको हुन्छ। हामी रोटी खान्छौं वा दूध पिउँछौं भने यसै ऊर्जाको नै उपयोग गरिरहेका हुन्छौं। मानिस-

हरूको खुराक पनि त ऊर्जाकै स्रोत न हो। ठीक त्यस्तै गरी जसरी वनस्पतिको लागि सूर्य नै ऊर्जाको स्रोत हुन्छ।

बोटबिरूवाबाट तिनका जीवकोषहरूले सूर्यको उपयोग कसरी गर्छन् भन्ने कुरा सिक्न पाइए पो त हुन्थ्यो! त्यसपछि त जीवकोषहरूभन्दा अरबौं गुणा शक्तिशाली कृत्रिम "जीवकोष-कारखाना" नै बनाउन सकिन्थ्यो।

त्यतिखेर मरूभूमिहरूमा मात्र नभई प्रचूर मात्रामा घाम लाग्ने अन्य ठाउँहरूमा समेत आश्चर्यजनक ऊर्जा-क्षेत्रहरू देखापर्न सक्थे। दक्षिणी सूर्यको प्रचण्ड रापमुनि मरूभूमिका पहेंला बालुवाहरूमा पारदर्शक नलीहरूको नागबेली परेको कल्पना गर! ती नलीहरूमा "जीवित" अर्थात् रसायनशास्त्रीहरूले भन्ने गरेझैं प्राङ्गारिक घोलको प्रवाह बगिरहेको हुनेछ। त्यो घोल ठीक त्यस्तै हुनेछ जस्तो वनस्पतिहरूका जीव-कोषहरूमा पाइन्छ। त्यस घोलले सूर्यका किरणहरूलाई खूब जोडले सोस्नेछ र त्यसमा यस्ता नयाँ तत्त्वहरू उत्पन्न हुनेछन् जो रासायनिक ऊर्जाद्वारा "भरिपूर्ण" हुनेछन्। पम्पहरूद्वारा यस्तो घोल कारखानामा पुऱ्याइनेछ। त्यहाँ फिल्टरमा त्यसलाई छानेर त्यसमा सन्निहित ऊर्जायुक्त पदार्थ जम्मा गरिनेछ। यस्तो "फसल" भित्र्याएपछि घोलमा चाहिं आवश्यक तत्त्वहरू थपेर फेरि ऊर्जाको खोजमा त्यसलाई फिर्ता पठाइनेछ।

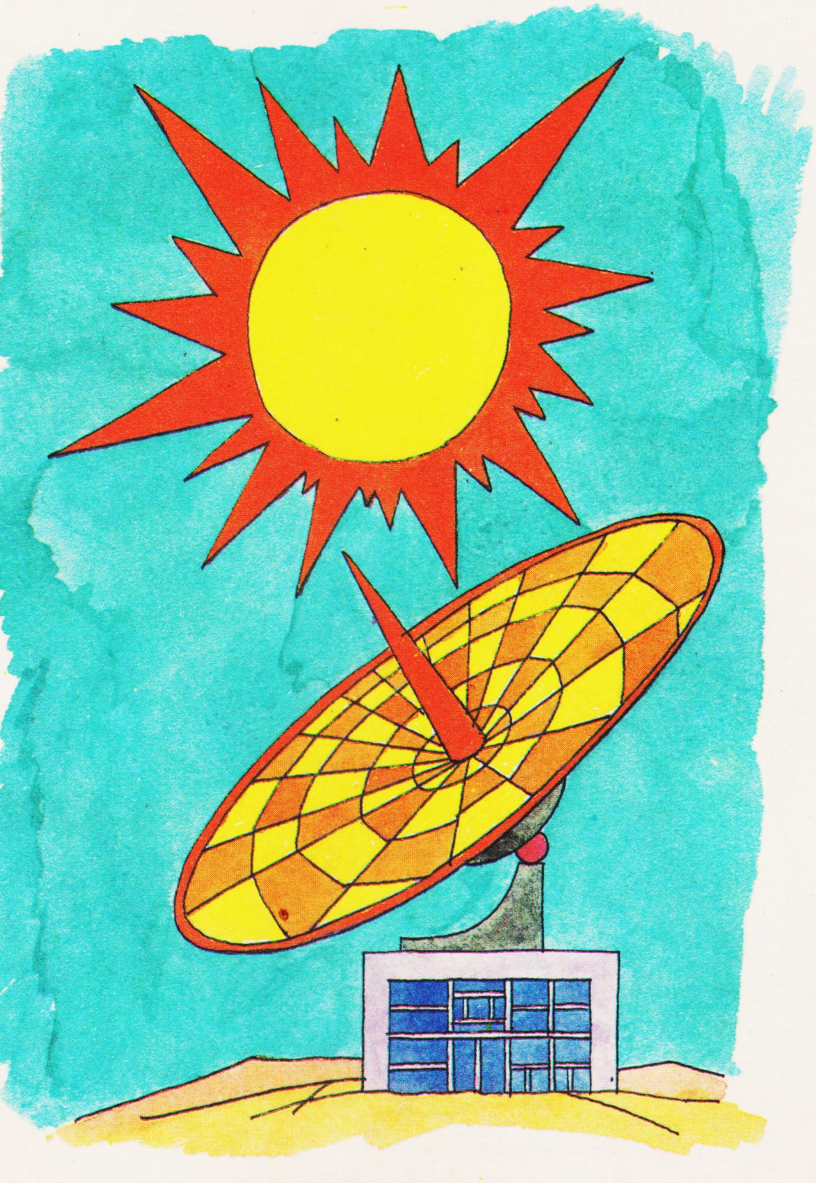
परापूर्वकालदेखि नै मानिसहरूले झण्डै यस्तै गर्दैआएका छन्। उनीहरू खेतमा बीउ छर्छन्, बालीनालीको हेरविचार गर्छन् र सूर्यको किरणमुनि बोटबिरूवाहरू बढ्दैगएको र तिनका जीवकोषहरूमा पौष्टिक पदार्थहरू भरिएर बाली पाकेको धैर्य-पूर्वक प्रतीक्षा गर्छन्।... अनि बोटबिरूवा उखेलेर भावी फसलको लागि बीउ पनि जम्मा गरिन्छ। बोटबिरूवाका "टुप्पा" (अर्थात् गहुँ, मकै, कोदो अथवा गोलभेंडा) वा "फेद" (अर्थात् आलु, गाँजर, सलगम) खुराकको रूपमा प्रयोग गरिन्छ।

कृत्रिम "सौर्य" खेतबारीको लागि प्रशस्त ठाउँको आवश्यकता पर्नेछ। पृथ्वीमा यस्तो ठाउँको अभाव पनि त छैन। अफ्रिका महाद्वीपमा विश्वप्रसिद्ध साहारा मरूभूमि रहेको छ भने एशिया महाद्वीपमा गोबी मरूभूमि र सोभियत संघमै पनि काराकुम मरूभूमि छन्।

यस्ता सौर्य "खेतबारीबाट" मानिसहरूले प्रशस्त ऊर्जा उपलब्ध गर्न सक्छन् त? हो, सक्छन्। वास्तवमा अहिले संसारमा जति इन्धन उत्पादन गरिन्छ त्यसबाट पाइने ऊर्जाभन्दा साठी गुणा बढी ऊर्जा पाइनेछ।

यसको अतिरिक्त इन्धन तथा आणविक "जगेरामा" सौर्य ऊर्जाको "योग" प्रकृतिको लागि कत्ति पनि हानिकारक हुनेछैन। त्यसले हावा, पानी र माटो दूषित गर्नेछैन।

यो ज्यादै आकर्षक परियोजना हो। ... तर यो कल्पना मात्र त हैन ? अहिलेसम्म त कल्पना नै हो, परन्तु वैज्ञानिकहरू यस काममा लागिपरेका छन्। यस समस्याको समाधानमा गम्भीरतापूर्वक काम पनि हुन थालिसकेको छ भने कुनै न कुनै दिन सौर्य खेतहरू अवश्य नै अस्तित्वमा आउनेछन्।



10

पृथ्वी स्वयं विद्युत्केन्द्रको भट्टी

"अन्तरिक्षयान "पायोनियर" को संचालनकेन्द्रमा सूचनापटमा रातो बत्ती भिलिक्क बल्यो र तत्कालै असाधारण सङ्केतको घन्टी बज्न थाल्यो। पालो बसेको यानचालकले अन्तरिक्षयानमा रहेको कम्प्युटरसित सम्पर्क जोड्ने बटन थिच्यो। एलेक्ट्रोनिक्सको उत्तेजनारहित स्वरले भन्यो: 'एउटा अज्ञात अन्तरिक्ष-पिण्ड सोझै अगिल्तिर देखियो। त्यो पिण्ड डेढ पारसेक* टाढा छ। त्यो पिण्ड दुई लाख किलोमीटर व्यास भएको एउटा ताराको वरिपरि गोलाकार कक्षमा उडान गर्दैछ। प्राप्त सूचनाहरूको छानबीन गरिंदैछ...।' यानचालकले माइक्रोफोन बन्द गर्‍यो र हतारिंदै भन्यो: 'मुख्य संचालनकक्षमा कम्याण्डरको आवश्यकता छ।...' अज्ञात पिण्ड, रहस्यमय तारा! अभियानदल यस्तो अज्ञात संसारसित जम्काभेट हुने प्रतीक्षा गर्दैथियो जसको बारेमा कसैलाई केही थाहा थिएन।..."

भावी अन्तरिक्ष-यात्रासम्बन्धी किताबमा झण्डै यस किसिमको वर्णन सधैं पढ्न सकिन्छ। निक्खर कालो रङ्गको आकाशमुनि गुलाफी रङ्गको झारपात उम्रने नयाँ ग्रहहरूको खोजबारे र रहस्यपूर्ण ढङ्गले टिलपिल गर्ने ताराहरूबारे वर्णन गरिन्छ। यस्ता किताबहरू पढ्दा अन्तरिक्षमा भए-नभएका रहस्यहरू देख्न पाइन्छ होला भन्ने भान पर्छ। परन्तु सबभन्दा महत्त्वपूर्ण, अझ के पनि हुन सक्छ भने, सबभन्दा प्रमुख रहस्य त हाम्रै गोडामुन्तिर रहेको छ – पृथ्वीको गर्भमा!

मानिसहरू पृथ्वीमाथि सैयौं किलोमीटरसम्म उक्लन समर्थ भइसकेका छन्। उनीहरूले चन्द्रसतहमा टेकिसकेका छन्, मङ्गल र शुक्र ग्रहहरूमा स्वचालित स्टेशनहरू उतारिसकेका छन्। परन्तु पृथ्वीभित्र निकै गहिराइमा पुग्न भने अझै असमर्थ नै छन्। कतै-कतै मात्र पृथ्वीको गर्भमा तेह्र किलोमीटरभन्दा केही मात्र बढी गहिराइमा चियाएर हेर्न सकिएको छ। त्यसभन्दा पनि मुन्तिर के हुँदैछ? पृथ्वीको केन्द्रभित्र के छ?

हाम्रो पृथ्वी एउटा हाडे ओखरसमान छ – बाहिरपट्टि कडा बोक्रो तर भित्र चाहिं प्रचण्ड गर्मी। पृथ्वीको गर्भकेन्द्रको तापक्रम फलाम गाल्ने भट्टामा भन्दा पनि बढी छ। त्यहाँ जुनसुकै वस्तु पनि पग्लन्छ। पृथ्वीको सतहको जति निकट भयो त्यसै अनुरूप तापक्रम पनि घट्दैजान्छ। परन्तु पृथ्वीको सतहको बीस किलोमीटरमुनि नै तापक्रम

---

* कलांश अर्थात् सूर्यका प्रकाशको बाह्रौं भाग। – अनु०

निकै बढी हुन्छ – छ सय डिग्री सेन्टिग्रेट पुग्छ। भूगर्भमा पग्लिएको लेदोले सतहको "बोक्रा" तर्फ अति जोडले धकेल्छ, मानौं त्यो ब्रोक्रालाई फुटालेर बाहिर हुर्रिन खोज्छ र कतै छिद्र भेट्टाइयो भने बाहिर निस्कन्छ पनि। त्यसको बाटोमा कतै भूमिगत पानी पर्न गयो भने त्यो पानी तत्कालै उम्लेर बाफ बनिहाल्छ र जमीनमुनिबाट तातो पानी र बाफ निस्कन थाल्छ।

पानी तताउन र उमाल्न मानिसहरूले प्रशस्त मात्रामा धेरै महँगो इन्धन खर्च गर्नुपर्ने हुन्छ। तर तातो पानीको मुहान भेट्टाइयो भने त नलीद्वारा सोझै शहर र बस्तीहरूमा पुऱ्याउन सकिन्छ। धेरै ठाउँमा यस्तो गरिन्छ पनि।

यसको अतिरिक्त भूमिगत बाफ र तातो पानी विद्युत्केन्द्रमा पनि पुऱ्याइन्छ। नलीद्वारा बाफ टर्बाइनमा पठाइन्छ र त्यसले टर्बाइन चलाउँछ। अनि विद्युत्-जेनरेटरले बिजुलीको करेन्ट उत्पन्न गर्छ, सामान्य ताप-विद्युत्केन्द्रहरूमा जस्तै! त्यत्ति हो, यस्ता विद्युत्केन्द्रहरूमा बाफ निकाल्ने बायलरको जरूरत हुँदैन। पृथ्वीमुनि नै प्राकृतिक बायलरहरू हुन्छन्। यस्तो विद्युत्केन्द्र – **भूतापविद्युत्केन्द्र** भनिन्छ।

पहिलो यस्तो विद्युत्केन्द्र सोभियत संघको काम्चात्कामा बनाइएको थियो। सन् १९६६ देखि त्यसले मल्लाहहरूको बस्ती ओजेरनायालाई बिजुली र न्यानो प्रदान गर्न थालेको थियो। घरहरूमा र उष्णगृहहरूमा न्यानो पुऱ्याइने हुँदा स्थानीय बासिन्दा-हरूले झण्डै बाह्रै महीना हरियो प्याज, सोंप र काँक्रा खाने पनि सम्भावना पाएका छन्।

अन्य मुलुकहरूमा पनि यस्ता विद्युत्केन्द्रहरू बनाइँदैछन्। हालै फ्रान्सको राजधानी पेरिसनजिकै भूमिगत तातो पानीको एउटा सिङ्गै तलाउ पत्ता लागेको छ। अहिले वैज्ञानिकहरू यो पानीको सदुपयोग कसरी गर्ने भन्ने निर्णय लिंदैछन्। पेरिसवासीहरूको घर-घरमा तातो पानी पुऱ्याउने कि विद्युत्केन्द्र संचालन गर्ने?

भूमिगत बायलरको उपयोग गर्न तातो पानीको मुहान अथवा तलाउ नै खोज्नुपर्छ भन्ने कुरा होइन। इन्जीनियरहरूले "आफ्नै हातले" पनि तिनको निर्माण गर्ने सुझाव दिएका छन्।

पृथ्वीको सतहमा दुईवटा कूप खनिन्छ र त्यसलाई निकै तल गहिराइमा भूमिगत नहरले जोडिन्छ। एउटा कूपबाट भूगर्भको तातो तहमा चिसो पानी हालिन्छ, अर्को कूपबाट तातेको पानी र बाफ बाहिर निकालिन्छ। पृथ्वीको सतहमुन्तिर जताततै भूमिगत ताप मौजूद छ। मास्कोमुनि, साहारामुनि र टुन्ड्रामुनि समेत!

तिमीलाई थाहै होला, टुन्ड्राप्रदेशमा "वर्षको बाह्र महीना हिउँद रहन्छ भने अरू वेला ग्रीष्म!" तसर्थ त्यहाँ भूमिगत तापको आवश्यकता अन्यत्रभन्दा बढी हुन्छ। हुन त भूगर्भको केन्द्रमा जे-जति ऊर्जा निहित छ त्यसको तुलनामा यो एकदमै नगण्य हो। यदि त्यस ऊर्जाको उपयोग गर्न सकिंदो हो त मानिसहरूले कैयौं हजार वर्षसम्म निर्धक्क भएर बाँच्ने र काम गर्ने सम्भावना पाउनेथिए।

अन्तरिक्षमा उडान गर्नुभन्दा यो काम कैयन् गुणा गाह्रो छ। अहिले गहिरो कूप खनेर मात्र पृथ्वीको गर्भमा "चियाउन" सकिन्छ। भीमकाय बर्मा अर्थात् कूपखननयन्त्रको मद्दतले शक्तिशाली दाँती अर्थात् प्वाल पार्ने बर्मा जडिएको कैयौं किलोमीटर लामा इस्पातका नलीहरू एक-एक मीटर गर्दै पृथ्वीको गहिराइमा घुसा-रिन्छन्। परन्तु अति गहिराइमा इस्पातको लामो नली आफ्नै भारले थिचिएर भाँचिन्छ। भूगर्भको गम्भीर यात्राको लागि अर्कै बढी उपयुक्त उपायको खोजी गरिनुपर्छ। हुन सक्छ, भूगर्भयान भन्न सकिने कुनै विशेष उपकरणकै आविष्कार गर्नुपरोस्!

जिउँदो छुचुन्द्रोले कसरी काम गर्छ भन्ने अध्ययन गरेर सोभियत संघमा भूगर्भयान बनाइएको पनि थियो। त्यसले तीखो दाह्राले जमीन खन्छ, अनि टाउको घुमाएर भित्तालाई ठोक्दै जब्बर पार्छ र फेरि अगिल्तिर छिटोछिटो खन्न थाल्छ।

यान्त्रिक "छुचुन्द्रो" धातुका जब्बर दाँतहरू, जतातिर पनि घुम्ने बलियो "गर्दन" र बारूदले चल्ने इन्जीनले सुसज्जित हुन्छ। परीक्षणका बखत त्यो निकै गहिराइसम्म घुसेको थियो – सात किलोमीटर गहिरो प्वाल पारिएको थियो।

हुन सक्छ, कुनै दिन काल्पनिक उपन्यासहरूमा नभएर अखबारका पानाहरूमा नै भूगर्भको केन्द्रतिर भूगर्भयानको यात्रा-अभियानबारे सम्बाददाताको वर्णन पनि हामीले पढ्न पाउनेछौं।

विद्युतीय मस्सल

प्रत्येक वर्णनमा हामीले बिजुलीको नाउँ लिनेगरेको त तिमीले चाल पाएकै होऔला। हैन त? तापीय ऊर्जा, आणविक ऊर्जा वा जल-ऊर्जा जुनसुकै प्रकारको ऊर्जाबारे कुरा गर्दा पनि अन्त्यमा हामी अनिवार्य रूपले नै विद्युत्केन्द्रको चर्चा गर्न पुग्छौं।

बिजुली उत्पादनको लागि मानिसहरू तापीय ऊर्जाको एक त्रितियांश खर्च गर्छन्। नदीबाट प्राप्त गरिने सम्पूर्ण ऊर्जा पनि बिजुलीमै परिणत हुन्छ। नाभिकीय ऊर्जा पनि त बिजुलीमा परिणत गरिएपछि मात्र हामी उपयोगमा ल्याउन सक्छौं। तसर्थ यो काकताली पर्न गएको होइन।

बिजुली नै ऊर्जाको सबभन्दा "उपयोगी" रूप हो। त्यसबाट सबै अथवा झण्डै सबै काम लिन सकिन्छ।

हाम्रो युगले अनेकौं नाम पाएको छ। यस युगलाई नाभिकीय युग, क्षेप्यास्त्र युग र अन्तरिक्ष युग पनि भनिन्छ। परन्तु सबभन्दा उपयुक्त नाम थियो र हो – विद्युत् युग।

यसको प्रमाण दिइरहनु नपर्ला। चारैतर्फ एक नजर दिनु नै पर्याप्त हुनेछ। हाम्रा घरहरूमा बल्ने बिजुलीबत्ती, बिजुलीले चल्ने इस्त्री, कोठा बढार्ने भ्याकुम क्लीनर, टेलिभिजनसेट, रेडियोसेट, दाह्री काट्ने मेशिन, माथिल्लो तलामा उक्लने लिफ्ट आदि छन्। सडकमा त ट्रामगाडी र ट्रलीबस समेत बिजुलीले चलाइन्छन्। रेलमार्गहरूमा विद्युत्रेलहरू चल्छन् भने शहरमुनि मेट्रो पनि बिजुलीले नै चल्छ। कलकारखानाहरूमा अरबौं कलहरू र विद्युत् संगणना यन्त्रहरू पनि बिजुलीबाट नै चलाइन्छन्।... यदि अक्स्मात् बिजुली गायब हुन गयो भने हाम्रो जीवन नै सैयौं गुणा कठिन हुन जानेछ।

पृथ्वीमा बिजुलीभन्दा उपयोगी अरू केही छैन। हो आकाशमा बिजुली चम्कन्छ, मेघ गर्जन्छ, चटयाङ पर्छ। बस्! प्रकृतिको भण्डारबाट कोइला, खनिजतेल अथवा जल-विद्युत् जस्तै "तम्तयार" बिजुली लिन सकिंदैन। बिजुलीको उपयोग मानिसहरूको बुद्धिविवेकको फल हो।

भन्छन्, उहिले एकपल्ट प्रोफेसर लुइजी गालभानी घरैमा विद्यार्थीहरूसमक्ष व्याख्यान दिंदैथिए रे। उनकी पत्नी चूलोनेरै बसेर साँझको खानाको लागि फलामको स्याङ्गीले भ्यागुताको छाला काटेर झिक्तैथिइन् र तिनलाई टिनको रिकापीमा राख्दै-थिइन्। पतिको व्याख्यानतर्फ ध्यान खिंचिएको हुँदा उनको हातको स्याङ्गी खस्यो।

त्यो छाला झिकेर साफ पारिएको भ्यागुताको सपेटोमा पर्न गयो र त्यसको अर्को टुप्पोले टिनको रिकापी छोयो। भ्यागुतोको सपेटो यस किसिमबाट हल्लियो, मानौं मरिसकेको भ्यागुतोले रिकापीबाट उफ्रन खोजेको होस्! प्रोफेसरनीले यो घटना आफ्ना पतिलाई बताइन्। उनले कैयौंपल्ट भ्यागुताको सपेटोको प्रयोग दोहोऱ्याए र आफूबाट "जैविक विद्युत्" आविष्कार गरिएको निर्णय लिए। लुइजी गाल्भानीको मतानुसार त्यो बिजुली सजीव शरीरमा पाइन्छ जसले मांसपेशी तथा मगजको कार्य-संचालन गर्छ।

परन्तु यस रहस्यको सही भेद चाहिं प्रसिद्ध भौतिकशास्त्री अलेक्सान्ड्रो भोल्टाले खुलस्त पारिदिए। उनले "जैविक विद्युत्" मा विश्वास गरेनन् र लुइजी गाल्भानीको प्रयोगमा भ्यागुताको उपस्थिति आकस्मिक मात्रै हो भन्ने अठोट गरे। अलेक्सान्ड्रो भोल्टाको विचारअनुसार दुई भिन्दाभिन्दै धातुहरू – इस्पात र टिनको सम्पर्कबाट बिजुली उत्पन्न हुन गएको थियो र भ्यागुताको सपेटो त खालि संवाहक मात्र थियो। त्यसले तामाको सामान्य संवाहकको रूपमा काम गरेको थियो। यो कुरा उनले नौ वर्षपछि प्रयोग गरेर नै देखाइदिए। उनले तामा र जस्ताका पाटाहरूबाट करेन्टको स्रोत तयार पारे जुन भोल्टा-स्तम्भ भनिन्छ। गाल्भानीको सम्मानमा उनले त्यसको नाम नै गाल्भानिक तत्व (galvanic element) भन्ने राखिदिए।

धेरै वर्षसम्म यिनै तत्वहरूले वैज्ञानिकहरूलाई बिजुलीको रहस्य खोतल्नमा सघाउ पुऱ्याएका थिए। तिनैले पहिला विद्युत्चुम्बकहरूलाई करेन्ट पनि प्रदान गरेका थिए। तिनैको मद्दतबाट रूसी भौतिकशास्त्री भालेरी भ्लादीमिरोभिच पेत्रोभले * उज्यालोको पहिलो विद्युत्स्रोत – भोल्टा-अर्धवृत्त (Voltaix arc) बालेका थिए।

परन्तु भोल्टाका तत्त्वहरू ज्यादै कमजोर थिए। प्रशस्त करेन्ट प्राप्त गर्न पाटा-हरूबाट अग्ला र भद्दा बुर्जाहरू नै तैयार पार्नुपर्थ्यो। त्यसै कारण त तिनलाई स्तम्भ भनिएको थियो।

उन्नाइसौं शताब्दीको आरम्भतिर लण्डनको एक जिल्दसाजले चौद्धवर्षे एक केटो-लाई नौसिखुवाको रूपमा भर्ना गऱ्यो। एक गरीब नकर्मीको छोरो भएको हुँदा त्यस केटोले प्राथमिक पाठशालासमेत समाप्त गरेको थिएन। परन्तु त्यो ज्यादै जिज्ञासु थियो र किताब पढ्न मन पराउँथ्यो। त्यस केटोको नाम थियो – माइकेल फाराडे। एकपल्ट, जतिखेर ऊ बृहद् ब्रिटिश विश्वकोषको एक ठेलीमा गाता बाँध्दैथियो, उसले बिजुलीबारे एउटा लेख पढ्यो। बिजुलीको चमत्कारपूर्ण स्वभावबारे वर्णनद्वारा ऊ ज्यादै प्रभावित भयो। फलामका थोत्रा पाटाहरू र तारका टुक्राहरूको आधारमा

* भालेरी भ्लादीमिरोभिच पेत्रोभ (सन् १७६१–१८३४) – अनु०

नाना थरीका विद्युत्-उपकरणहरू तयार पारेर उसले प्रयोगहरू पनि गर्न थाल्यो।

बिजुलीको करेन्टसहितको संवाहकवरिपरि जहिले पनि चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हुन्छ भन्ने माइकेल फाराडेले पत्ता लगायो। फलामका कणहरूका वृत्ताकार चक्काहरूको बारेमा त तिमीले बिर्सेका छैनौ के? यो पनि ठीक त्यस्तै थियो। "बिजुलीको रूपान्तरण चुम्बकमा!"–त्यसताका वैज्ञानिक पत्रिकाहरूले लेखेका थिए।

'यदि चुम्बकमा बिजुलीको रूपान्तरण हुन सक्छ भने ठीक यसको उल्टो किन नहुनु? चुम्बकलाई बिजुलीमा रूपान्तरण गरेर हेर्नु कसो होला?'–माइकेल फाराडेले विचार गर्‍यो। यसको सम्झना सधैं रहोस् भनेर उसले कोटको खल्तीमा चुम्बकको दुई टुक्रा राख्नेगर्‍यो। माइकेल फाराडेले सैयौं प्रयोगहरू गरेर हेर्‍यो, दशौं प्रकारका उपकरणहरू बनायो। नौ वर्षको अथक कार्यपछि अन्त्यमा सन् १८३१ मा एउटा वैज्ञानिक पत्रिकामा खाका छापियो। त्यसमा चुम्बकका टुक्राहरूको माझमा तामाको एउटा चक्का अङ्कित थियो। छेवैमा चुम्बकीय सुई पनि थियो। तामाको चक्का घुम्दा चुम्बकीय सुई पनि फनक्क घुम्दथ्यो। अनि चक्काको गति रोकिनासाथ चुम्बकीय सुईले पनि पहिलेकै स्थिति लिन्थ्यो। माइकेल फाराडेले व्याख्या गरेअनुसार चक्का घुम्दा चुम्बकहरूले त्यसमा करेन्ट उत्पन्न गर्छन् र करेन्टले 'चुम्बक' पैदा गर्ने हुँदा चुम्बकीय सुई पनि घुम्न थाल्छ। "चक्का घुम्दा" भन्ने कुरामा ध्यान देऊ! चक्का घुमेन भने करेन्ट पनि पैदा हुँदैन। अहिले हामी यसबारे यसरी भन्न सक्छौं: गतिको **यान्त्रिक ऊर्जा बिजुलीमा** परिवर्तित हुन्छ।

माइकेल फाराडेको उपकरणलाई **विद्युत्यान्त्रिक** जेनरेटर भन्ने नै नाम दिइयो। यसको अर्थ हुन्छ–यान्त्रिक ऊर्जाबाट बिजुली "निकाल्ने" उपकरण। सत्य हो, वास्तविक जेनरेटर चाहिं त्यसको तीस वर्षपछि मात्र बनेको थियो। परन्तु माइकेल फाराडेका प्रयोगहरूले आधुनिक विद्युत्ऊर्जातर्फको बाटो खोलिदिएका थिए। आज विद्युत्यान्त्रिक जेनरेटरहरूद्वारा नै प्रायः सबका सब बिजुली उत्पादन गरिन्छ। तिनको नाममा चाहिं अन्तर छ। यदि जेनरेटर चलाउन बाफले चल्ने टर्बाइन उपयोग गरिएको छ भने टुर्बो-जेनरेटर भनिन्छ त पानीले चल्ने टर्बाइन भएमा त्यसले हाइड्रोजेनरेटर भन्ने नाम पाउँछ। तर नाम फरक हुँदैमा काम पनि फरक हुँदैन। सत्य हो, आधुनिक जेनरेटरहरूमा माइकेल फाराडेको उपकरणमा जस्तो तामाको चक्का पनि रहन्न। परन्तु तिनमा पनि त तामाका तारहरूमा नै बिजुली उत्पन्न हुन्छ। चुम्बकीय क्षेत्रमा ती तारहरू घुम्छन्।

माइकेल फाराडेले आविष्कार गरेको केही वर्षपछि सन् १८३८ मा रूसी वैज्ञानिक

बोरीस सेम्योनोभिच याकोबीले* पहिलो विद्युत्इन्जीनको निर्माण गरे। विद्युत्इन्जीनले सब कुरा उल्टोतर्फबाट गर्छ। बिजुलीको करेन्टबाट प्राप्त हुने ऊर्जालाई त्यसले गतिमा परिवर्तित गरिदिन्छ। बोरीस याकोबीले एउटा डुङ्गामा यस्तो विद्युत्इन्जीन जडेर नेभा नदीमा त्यसको परीक्षण गरेका थिए। त्यो डुङ्गा नै "याकोबीको विद्युत्नौका" भनिएको थियो। ती दिनहरूमा अखबारहरूले छापेका थिए: "... विद्युत्-यान्त्रिक शक्तिले चल्ने नौका बाह्र जना मानिसलाई बोकेर प्रतिकूल हावा चलिरहेको समयमा पनि ... कैयौं घण्टासम्म नदीको प्रवाहविरुद्ध तैरन सफल भयो। ..."

उपरोक्त दुई आविष्कारहरूपछि विद्युत्युग प्रारम्भ भएको थियो भन्नु अत्युक्ति हुँदैन।

सबै नयाँ कुराहरूले झैं बिजुलीले पनि तुरुन्तै मान्यता पाउन सकेन। सन् १८७६ मा पेरिसका सडकहरूमा "रूसी ज्योति" अर्थात् याब्लोच्कोभका बत्तीहरू झलमल्ल बल्न थालेपछि मात्र बिजुलीले जनविश्वास प्राप्त गऱ्यो।

बिजुली भनेको के हो? पाठ्यपुस्तकहरूमा लेखिएको हुन्छ: बिजुलीको करेन्ट भन्नु नै एलेक्ट्रोनहरूको प्रवाह हो। अणुको संरचनाबारे त तिमीलाई सम्झना छ होला, हैन? परमाणुको नाभिवरिपरि त्यसैमा बाँधिएका पो हुन् कि भन्ने किसिमबाट एलेक्ट्रोनहरू घुमिरहन्छन्। परन्तु परमाणुनाभिमा सबै ऐलेक्ट्रोनहरू एकैनासले "बाँधिएका" हुँदैनन्। कुनै कसिएर बाँधिएका हुन्छन् त कुनै चाहिं हुँदैनन्। यिनै "खुकुलो किसिमले बाँधिएका" एलेक्ट्रोनहरूले नै करेन्ट पैदा गर्छन्। आफ्नो अणुबाट ती सहजै उछिट्टिएर "बटुवा" बन्छन्। धातुहरूमा यस्ता स्वतन्त्र एलेक्ट्रोनहरू प्रशस्तै रहन्छन् र जथाभावीसंग घुमिरहेका हुन्छन्। कहिले ती अरूको घरमा अर्थात् अर्कै अणुमा पस्छन् भने कहिले चाहिं फेरि बाटो लागिहान्छन्। परन्तु एलेक्ट्रोनहरूको यस्तो अव्यवस्थित गति अझै करेन्ट बनेको हुँदैन। जब सबै स्वतन्त्र एलेक्ट्रोनहरू एउटै दिशातिर प्रवाहित हुन्छन् तब मात्रै करेन्ट उत्पन्न हुन्छ। यो गति एकतर्फी बाटोमा मोटरहरूको घुइँचो जस्तै हुन्छ। ड्राइभरहरूले मोटरकारहरूको संचालन गर्छन्। विद्युत्-यान्त्रिक जेनरेटरका तारहरूमा एलेक्ट्रोनहरूको संचालन भने चुम्बकहरूले गर्छन्। चुम्बकहरूले नै सबै एलेक्ट्रोनहरूलाई एकै दिशातिर हिंड्न वाध्य गरिदिन्छन्।

बिजुलीले मानिसहरूको जीवनमा साँच्चैको क्रान्ति ल्याइदिएको छ।

कलकारखानाहरूमा वाष्पयन्त्रहरूको आवश्यकता रहेन। तिनको ठाउँ विद्युत्-इन्जीनहरूले लिए। बिजुलीको तारद्वारा ऊर्जा त्यहाँ पुऱ्याइन्छ र विद्युत्इन्जीनले त्यसलाई गतिमा परिणत गरिदिन्छ। हो, त्यसले अझै पनि पेट्रोलले चल्ने यातायातका

* बोरीस सेम्योनोभिच याकोबी (सन् १८०१–१८७४) – अनु०

साधनहरूमा रहने इन्जीनलाई "जित्न सकेको छैन"। कारण, हवाईजहाजहरू वा मोटरकारहरूले आफ्नो पछिल्तिर बिजुलीको तार घिसार्न सक्तैनन्। परन्तु यातायातका साधनहरूमा पनि बिजुलीको प्रयोग पटक्कै त नहुने होइन। रेलमार्गहरूमा र शहरका सडकहरूमा बिजुलीका तारहरू तन्क्याइएका हुन्छन्। रेलहरू, ट्रामगाडीहरू र ट्रलिबस-हरूको छानामा विद्युत्-संग्राहक उपकरणहरू जडिएका हुन्छन्। विद्युत्-जेनरेटरबाट बिजुलीका तारहरूमा करेन्ट बगिरहेको हुन्छ र विद्युत्-संग्राहक उपकरणको डण्डीले त्यसैबाट बिजुली ग्रहण गर्छ र विद्युत्इन्जीनले पाङ्ग्रा चलाउँछ।

हाम्रो घरायसी जीवनमा बिजुलीले के-कस्तो हेरफेर ल्याइदियो भन्ने कुरा त बताइरहनै परोइन। तिमी नै बताऊ: के हामी बिजुलीबत्तीबेगर काम चलाउन सकौं-ला? अथवा टेलिभिजनसेट, लुगा धुने मेशिन, भुइँ सफा गर्ने यन्त्र, टेलिफोन, लिफ्ट इत्यादि नभए के होला? जिउन त अवश्य सकिन्छ नाइँ! तर जीवन ज्यादै कठिन र उराठलाग्दो हुन जानेछ। न चलचित्र हेर्न पाइनु, न त रेडियो सुन्न नै!

हुन त सिनेमाको मात्रै कुरो होइन। बिजुली नै हाम्रो उद्योगधन्धालाई चलाउने प्रमुख ऊर्जा हो।

बिजुली उपलब्ध गर्न मानिसहरू तीन "श्रृङ्खलाहरू" प्रयोग गर्छन्।

सबभन्दा मुख्य श्रृङ्खला हो – तापविद्युत्केन्द्र। दोस्रो स्थान जलविद्युत्केन्द्रले लिएको छ भने तेस्रो स्थानमा अणुविद्युत्केन्द्र छ।

परन्तु सदासर्वदा यस्तै स्थिति रहनेछ भन्ने यसको तात्पर्य होइन। बीस-तीस वर्षपछि नै दृश्य अर्कै हुन सक्छ। अणुविद्युत्केन्द्रहरूबाट कुल बिजुलीको आधाभन्दा बढी प्राप्त हुन थाल्नेछ। मानिसहरूले इन्धनको किफायत गर्न थाल्नेछन्, किनभने त्यसको भण्डार अहिले नै पनि धेरै बाँकी छैन। त्यतिखेर तापविद्युत्केन्द्रहरू विरल वस्तु बन्नेछन्। त्यस्तै विरल जस्तो आज वाष्पयन्त्र छ।

विद्युत्केन्द्रबाट बिजुली नदीको पानी झैं प्रवाहित हुन्छ। नदीको झैं त्यसको पनि बाटो हुन्छ – बिजुलीको तार। नदीकै जस्तो त्यसको पनि मुहान हुन्छ – विद्युत् जेनरेटर। नदीले जस्तै बिजुलीले पनि आफूमा शक्तिको प्रभार वहन गरेको हुन्छ र नाना थरीका यन्त्रहरू – घट्ट, कल, खराद आदिलाई काम गर्न लगाउँछ।... वास्तविक नदीले सानातिना हजारौं खोलानालाहरूलाई समेटेको हुन्छ। परन्तु विद्युत्-प्रवाह भने यसको विपरीत छुट्टिंदै नदी, खोलो, कुलोमा विभाजित हुँदैजान्छ। शुरूमा विद्युत्केन्द्रबाट विद्युत्प्रसारण लाइन हुँदै बिजुलीको शक्तिशाली प्रवाह बग्छ। ठूल्ठूला लठ्ठाहरूमा तन्काइएका तारहरू त शहरबाहिर, खेतमा वा वनजङ्गलतिर तिमीले पनि कतै देखेको हुनुपर्छ। बिजुलीघरहरूमा त्यस विद्युत्प्रवाहलाई विभाजित गरिन्छ। एक हिस्सा शहरतिर पठाइन्छ भने अर्को हिस्सा गाउँघरतिर पठाइन्छ। शहरतिर पठाइएको

विद्युत्प्रवाह फेरि विभाजित गरिन्छ र विभिन्न टोलहरूतिर पठाइन्छ। त्यो पनि फेरि विभाजित गरिन्छ र कलकारखाना, सडकका लट्ठाहरू र घरहरूसम्म पुऱ्याइन्छ। यसरी कोठामा वा टेबुलमा बालिने बिजुलीबत्तीसम्म, टेलिभिजनसेटसम्म वा खरादका इन्जिनसम्म बिजुली पुऱ्याइएको हुन्छ। आफ्नो लामो यात्राको अन्त्यमा बिजुली कोठा झकमक्क पार्ने उज्यालो, पर्दामा देखिने चलचित्र, प्वाल पार्ने बर्मा, कोठा तताउने हिटर वा बिजुलीचूलोको तातोमा परिणत हुन्छ।

बिजुलीको फाइदा सबैलाई थाहा छ। तर मानिसहरूलाई त्यसको नकारात्मक पक्षबारे पनि जानकारी छ। पहिलो कुरा त के भने जुन तरीकाले बिजुली उत्पन्न गरिन्छ त्यो नै उनीहरूलाई मन परेको छैन। "श्रृङ्खलाहरू" ज्यादै लामा छन्। खास गरी ती श्रृङ्खलाहरू जसमा बिजुलीलाई तापमा परिणत गरिन्छ।

बिजुलीमा परिणत हुनुभन्दा पहिले ऊर्जाले "आफ्नो रूप" कतिपल्ट "फेर्नु" आवश्यक हुन्छ। शुरूमा इन्धन बालेर ताप उत्पन्न गरिन्छ। अनि बायलरमा पानी उमालेर बाफ प्राप्त गरिन्छ। बाफको तोडलाई गतिमा परिणत गरिन्छ। त्यसपछि मात्र बिजुली पैदा हुन्छ। एक सय वर्षअघि जस्तै आज पनि यो "श्रृङ्खला" अपरिवर्तनीय रहेको छ। यस लामो बाटोमा धेरै ऊर्जा खेर जान्छ। मानवजातिलाई र प्रकृतिलाई पनि यो ज्यादै महँगो पर्न जान्छ। हामीले उत्पादन गर्ने इन्धनको प्रत्येक दोस्रो टन सित्तैमा बाल्नुपर्ने हुन्छ र त्यसले मात्रै "हावा तताउँछ"। तापीय यन्त्रहरूले राम्ररी काम गर्न सक्तैनन्। यसैउसले वैज्ञानिकहरू र इन्जीनियरहरूले यस श्रृङ्खलाबाट यस्ता यन्त्रहरू झिक्नुपर्छ भन्ने विचार गरे। ताप सोझै बिजुलीमा परिणत होस् न! यसरी नयाँ मेशिनहरूको निर्माण गरियो – म्याग्नेटिक हाइड्रोडाइनामिक जेनरेटर। "Hydro" को अर्थ हुन्छ – पानी। परन्तु यस्ता जेनरेटरहरूमा वास्तवमा एक थोपो पनि पानी हुँदैन। त्यसमा त खालि खूब तताइएको ग्यास अर्थात् प्लाज्मा मात्र रहन्छ। यस्तो प्लाज्मा विद्युत्प्रभारयुक्त असंख्य तत्वहरूबाट बनेको हुन्छ भन्ने त हामीलाई थाहा भइसकेको छ। चुम्बकहरूको बीचबाट यो ग्यास छोडिन्छ र तिनले तत्त्वहरूलाई "अलग्याउँछन्"। सकारात्मक (+) तत्त्वहरू एकातिर जम्मा हुन्छन् भने नकारात्मक (–) तत्त्वहरू अर्कैतिर जम्मा हुन्छन्। यी तत्त्वहरू दुई थालहरूमा संग्रहित हुन जान्छन्। यी थालहरूलाई तारले जोडिदिने हो भने त्यसमा बिजुलीको करेन्ट लाग्नेछ। त्यसपछि के गर्नुपर्छ भन्ने त थाहा नै छ। किन्तु "कथा समाप्तम्" भन्नु जस्तो यो सजिलो थिएन। वास्तविकतामा चाहिं सबै कुरा अति नै जटिल निस्कियो। ग्यासको रासलाई प्लाज्मामा परिणत गर्नु नै कता हो कता जटिल हुन गयो। यसको लागि ज्यादै ठूलो तापक्रम उत्पन्न गर्नुपर्छ र इन्धन पनि प्रशस्त चाहिन्छ। यस्तो तापक्रममा मेशिनका खण्ड र पार्टपूर्जाहरू ज्यूँकात्यूँ सुरक्षित राख्न पनि गाह्रो नै पर्छ। अरू पनि कैयौं

"गाह्रोसाह्रोहरू" छन्। तसर्थ यस्ता विद्युत्केन्द्रहरू अझ एकदमै कम छन्।

बिजुलीको अर्को अवगुण चाहिं उत्पादनसित होइन, बरू वितरणसित सम्बन्धित छ। हाल विद्युत्प्रवाह बग्ने मुख्य "नदी" हुन् – विद्युत्प्रसारण लाइन। यस्ता लाइनहरू पनि अनेकौं त्रुटिहरूबाट मुक्त छैनन्। तिनैमा प्रशस्त ऊर्जाको चुहावट हुन्छ, तिनले ठाउँ पनि प्रशस्त लिन्छन्, तिनको निर्माणमा पनि ठूलो साधन खर्च हुन्छ र तिनको "प्रसारण क्षमता" पनि शहरको साँगुरो गल्लीमा झैं ज्यादै कम हुन्छ। हामीलाई भविष्यमा बढी ऊर्जाको आवश्यकता पर्नेछ र यस्ता विद्युत्प्रसारण लाइनहरूको निर्माण पनि उत्तिकै धेरै गर्नुपर्नेछ।

इन्जीनियरहरूले एउटा नयाँ तरीकाको प्रस्ताव राखेका छन् – "चिसो पारिएको रूपमा" ऊर्जाको प्रसारण। कुनै-कुनै धातुहरू बेसरी चिस्याएपछि कत्ति पनि क्षति नपुग्ने किसिमबाट ऊर्जा प्रसारण गर्न समर्थ हुन्छन् भन्ने पत्ता लागेको छ। बेसरी चिस्याइएको एउटा मसीनो तारद्वारा काठको मूढा जत्तिकै मोटो तारले जत्तिकै करेन्ट प्रसारण गर्न सकिन्छ। भविष्यमा विद्युत्प्रसारण लाइनहरूको बाक्लो जाल बिछ्याउनु-पर्नेछैन भन्ने यसको अर्थ हो। महँगो तामाको किफायत गरेर उपभोक्तासम्म बढी ऊर्जा पुऱ्याउन सकिनेछ र विद्युत्प्रसारण लाइनको हाराहारी बाँझो राखिने जग्गामा पनि खेतीपाती गर्न सकिनेछ।

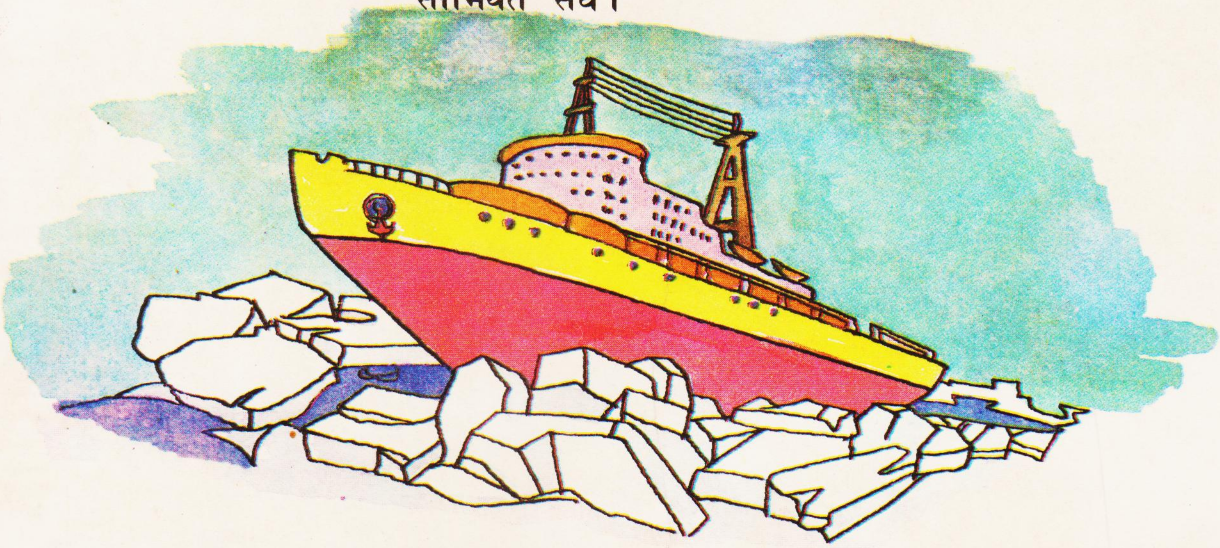
हेलियम भनिने तरल ग्यासले तारलाई चिस्याइन्छ। यसको लागि धातुको नली-भित्र तार तन्काइन्छ र त्यसमा हेलियम भरिन्छ। के भन्न सकिन्छ भने तारका नदी-हरूमा आकाशमार्गबाट जुन विद्युत्प्रवाह बग्नेगर्छ त्यसलाई छिटै नै जमीनमुनिबाट बगाउन सकिनेछ।

प्रिय पाठक !

प्रस्तुत पुस्तकको सन्दर्भमा तपाईंबाट प्रतिक्रिया र सुझावहरू प्राप्त भएमा हामी ज्यादै नै अनुगृहित हुनेछौं।

नेपाली भाषामा प्रकाशित रूसी साहित्य तथा सोभियत साहित्यका कृतिहरूबाट सोभियत संघको जनजीवन र संस्कृतिबारे गहन ज्ञान हासिल गर्नमा मद्दत प्राप्त हुनेछ भन्ने आशा राख्छौं। धन्यवाद ! हाम्रो ठेगाना –

रादुगा प्रकाशन,
जुबोभ्स्की बुल्भार, १७
मास्को – ११९०२१,
सोभियत संघ।

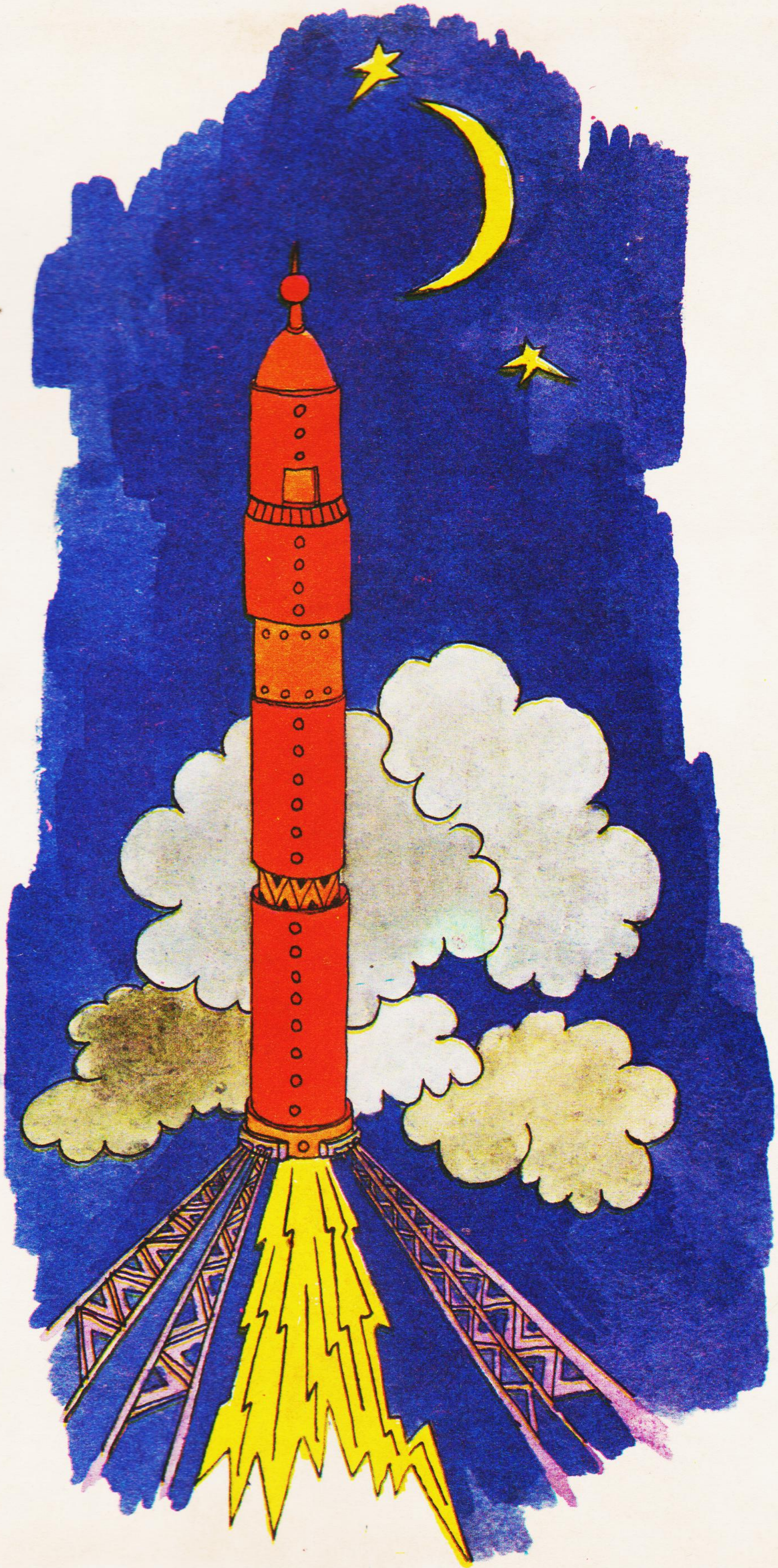


ИБ № 3336

Редактор русского текста М. Е. Шумская
Контрольный редактор Е. С. Аубекирова
Художник А. П. Платонов
Художественный редактор С. Е. Барабаш
Технические редакторы Е. Ю. Лунева, Е. В. Мишина
Корректор Н. В. Ледовская

Сдано в набор 28.05.86. Подписано в печать 14.07.87. Формат 84×108/16. Бумага офсетная. Гарнитура Непали. Печать офсет. Усл. печ. л. 8,40. Усл. кр.-отт. 36,95. Уч.-изд. л. 8,83. Тираж 4270 экз. Заказ № 2758. Цена 1 р. 70 коп. Изд. № 2679.

Издательство "Радуга" Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 119859, Зубовский бульвар, 17.

Фирмы-партнеры: Мьючуэл Бук Сентр, Катманду, Непал.
Непал Прогрессив Бук Сентр, Катманду, Непал.
Бадже Ко Пасал, Биратнагар, Непал.

Предприятие малообъемной книги дважды ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского производственного объединения "Типография имени Ивана Федорова" Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 192007, Ленинград, ул. Боровая, 51.